

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELL'ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA
SOTTO GLI AUSPICI DEL CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE



Direttore: RENATO SAN NICOLÒ

Redattori: F. BAROZZI - R. SARTORI - G. SILVA

Consiglieri di Redazione:

A. ASTA - S. BASILE - E. BOTTANI - F. CARATI - A. CARRER - C. CASTELLANI - F. CORREGGIARI - C. COSTADONI
V. DE MARTINI - N. FALETTI - L. MAGGI - M. MAINARDIS - G. MAIONE - L. MARENESI - F. NERI - M. PARIS
G. QUILICO - R. RIGHI - F. SCILLIERI - M. SILVESTRI - F. TEDESCHI - D. TOLOMEO - S. B. TONIOLO - A. VALLINI

Proprietaria ed Editrice: ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA (AEI).

Comitato per le pubblicazioni AEI: IL PRESIDENTE GENERALE: A. M. Angelini - GLI EX PRESIDENTI GENERALI: G. Bauchiero
G. Cenzato, M. Semenza, G. Someda - I DIRETTORI ED EX DIRETTORI DELLE RIVISTE: E. Gatti, P. Lombardi,
R. San Nicolò - IL DIRETTORE EDITORIALE: C. Redaelli.

Direzione, Redazione, Amministrazione: UFFICIO CENTRALE AEI-CEI - VIA SAN PAOLO 10, MILANO - Conto Corrente Postale
3/1189 - Telegrammi: ASSELITA - MILANO - Telefoni: 794794-798897.

SOMMARIO

PARTE PRIMA	Pag.	Rubriche varie:	Pag.
Note di redazione	190	Notizie e Informazioni	227
Articoli:		Libri e Pubblicazioni	240
L'accesso alle fonti di energia nel quadro dei rap- porti internazionali (A. M. ANGELINI)	191	Notizie Sociali:	
Metodo di rilievo stroboscopico dell'angolo di coppia di una macchina sincrona (F. DI LECCE)	209	Associazione Elettrotecnica Italiana:	
Complessi di misura di contatori e riduttori di corrente ad ampio ambito di misura (O. MONTEL)	213	Notizie delle Sezioni: Sezione di Milano, Sezione Veneta, Sottosezione di Verona	244
Il collegamento telefonico sottomarino a 60 ca- nali fra il continente e la Sardegna (G. PA- LANDRI - R. MONELLI)	217	Comitato Elettrotecnico Italiano	244
		Istituto Italiano del Marchio di Qualità	247
		PARTE SECONDA	
		SUNTI E SOMMARI	49 D

Abbonamento per il 1961: in Italia L. 6500, all'Estero L. 8500
Fascicoli separati: cad. in Italia L. 650, all'Estero L. 800.
I Soci dell'AEI hanno diritto di ricevere in abbonamento gratuito la rivista «L'Elettrotecnica» o, in sua vece «Alta Frequenza»; possono ricevere
entrambe le riviste con un versamento suppletivo di L. 3 000.
I Soci hanno diritto, oltre a quanto precede, allo sconto del 20% su tutte le pubblicazioni editte dall'AEI ivi compresi eventuali abbonamenti supplementari.
È vietato riprodurre articoli della presente rivista senza citarne la fonte. - Gli scritti dei singoli Autori non impegnano la Redazione e sia quelli
degli Autori sia quelli della Redazione non impegnano l'AEI. - I manoscritti non si restituiscono. - Pubblicazione mensile. - Spedizione in abbona-
mento postale gruppo III^a.

NOTE DI REDAZIONE

Per la LXII Riunione Annuale

Cominciano a pervenire alla Redazione i testi delle Memorie per la prossima Riunione annuale.

Siamo grati agli Autori diligenti: se tutti affrettassero l'invio, il lavoro della Redazione ne sarebbe molto facilitato.

Comunque ricordiamo che il termine per la presentazione è fissato irrevocabilmente al 30 aprile.

Le fonti di energia

Fra i problemi che assillano la nostra travagliata umanità contemporanea, uno fra i fondamentali è certamente quello delle disponibilità d'energia. Davanti al vertiginoso svilupparsi di tutte le attività industriali o sociali, e al conseguente rapidissimo aumento dei fabbisogni di energia si prospetta minacciosa la possibilità di una carenza nella disponibilità, che potrebbe creare gravissime crisi.

Le possibilità presentate dalle ansiose ricerche verso fonti nuove, di cui abbiamo anche più volte parlato sul nostro giornale, sono certamente promettenti ma si prospettano in un futuro ancora alquanto lontano; gli impianti nucleari, che pur si vanno moltiplicando, costituiscono un valido contributo ma non risolvono da soli la questione.

Nel momento attuale siamo ancora costretti a ricorrere sostanzialmente alle fonti classiche di energia e a basare su di esse le nostre previsioni per il più vicino futuro.

Il problema si presenta allora sotto un duplice aspetto; quello delle riserve esistenti e quello della loro distribuzione e ripartizione.

Per il primo punto è consolante constatare come le riserve disponibili si vadano riconoscendo sempre più vaste e importanti. Sono molti decenni che si parla di possibile esaurimento del carbone, del petrolio ecc. In realtà le preoccupazioni sono sempre state smentite da nuovi ritrovamenti di altri e più importanti giacimenti e anche dalla introduzione, su larga scala, di combustibili prima quasi ignorati come fu il caso dei gas naturali.

Il fabbisogno ha incitato le ricerche che si sono spinte a territori sempre più estesi e hanno portato a nuovi riconoscimenti: ne abbiamo avuto notevolissimi esempi recentemente nel bacino mediterraneo! Quando si pensi che esistono al mondo immensi territori che, a questo riguardo, si possono ritenere ancora inesplorati, un moderato ottimismo può essere giustificato.

Se l'esistenza delle riserve è nelle mani della natura, l'altro lato del problema, quello della ripartizione e distribuzione di esse, è nelle mani degli uomini e, dovremo dire purtroppo, delle loro volontà. Entrano infatti qui in gioco le considerazioni di carattere politico e commerciale che troppe volte interferiscono con le direttive della tecnica e ne limitano le possibilità.

Ma tralasciando queste interferenze di carattere estraneo e limitandosi anche soltanto all'aspetto tecnico, il problema si presenta complesso e imponente. Il trasferimento delle disponibilità energetiche dai punti di origine a quelli di

utilizzazione esige tutte le risorse della tecnica moderna e spesso richiede soluzioni ardite e nuove in considerazione delle grandi masse di energia da trasportare, sotto una o altra forma, e delle grandi distanze in gioco.

Il problema generale, fondamentale, come si è detto, per la nostra civiltà, non può essere affrontato se non con una visione vastissima e complessiva, quale soltanto chi vi dedichi lunga attività di studio e meditazione può acquistare.

I nostri lettori saranno certamente molto grati al loro Presidente, A. M. ANGELINI che mette oggi a loro disposizione i frutti della sua competenza in argomento, prospettando in un efficace quadro sintetico tutta la questione delle fonti di energia.

L'articolo che pubblichiamo ha formato oggetto di una conferenza presso il « Centro italiano per lo studio delle relazioni economiche estere e dei mercati ».

Desideriamo qui rivolgere al Centro, e per esso al suo Presidente prof. Tucci, un vivo ringraziamento per averci autorizzato a pubblicare il testo della conferenza.

Misure di energia

La tendenza moderna nella costruzione dei contatori di energia è quella di ampliare largamente il loro campo di impiego e quindi la loro portata amperometrica.

La tendenza si è ripercossa anche nei confronti dei relativi riduttori di correnti e O. MONTEL parla oggi del comportamento di questi complessi di misura a largo campo di impiego indicando interessanti soluzioni costruttive.

Misure di angolo di coppia

Nell'articolo che pubblichiamo F. DI LECCE illustra un metodo di misura dell'angolo di coppia di una macchina sincrona basato sulla tecnica stroboscopica che presentò, su gli altri noti dello stesso genere, vantaggi di semplicità di impiego.

Collegamenti telefonici sottomarini

I collegamenti telefonici mediante cavi sottomarini si sono ormai diffusi in buon numero e la loro tecnica ha raggiunto un alto grado di perfezione. La introduzione degli amplificatori sommersi ha permesso di realizzare anche collegamenti su grandi distanze che sarebbero state considerate insormontabili pochi decenni or sono.

Si tratta però sempre di una tecnica delicata e difficile che deve rispondere a esigenze del tutto particolari. Una bella affermazione del genere si è avuta nel nostro Paese con la costruzione e la posa del cavo telefonico attraverso il Tirreno per collegare la Sardegna col continente. Ne rendono conto oggi G. PALANDRI e R. MONELLI illustrando le difficoltà superate e i brillanti risultati raggiunti i quali dimostrano come la tecnica italiana sia, anche in questo campo, perfettamente all'altezza dei tempi.

L'ACCESSO ALLE FONTI DI ENERGIA NEL QUADRO DEI RAPPORTI INTERNAZIONALI (*)

ARNALDO M. ANGELINI (**)

Il tema assegnato a questa conversazione è così vasto ed impegnativo da porre di fronte alla necessità di scegliere fra una esposizione di carattere generale dei problemi connessi con le possibilità economiche di accesso alle fonti di energia in ambito nazionale ed internazionale, ed un esame più approfondito di alcuni soltanto di essi.

Ho adottato la prima soluzione, anche se non potrò evitare una sensibile disparità nello svolgimento degli argomenti trattati, in conseguenza della mia diversa familiarità con i molteplici aspetti che essi presentano e di una valutazione personale della loro importanza relativa.

I. - FONTI PRIMARIE DI ENERGIA E DISTRIBUZIONE DELLA LORO DISPONIBILITÀ.

Le considerazioni che seguono riguardano essenzialmente l'energia che origina dalle seguenti 5 fonti primarie:

- carbone
- olio combustibile
- riserve potenziali idroelettriche
- gas naturale
- combustibili nucleari

pur senza escludere da questa elencazione quegli accenni occasionali che possono riguardare altre fonti primarie di minore rilievo per la modesta importanza che attualmente rivestono e per le loro scarse probabilità di sviluppo negli anni futuri.

Per quanto riguarda i riferimenti quantitativi è bene premettere che, ad eccezione della energia potenziale idrica, le fonti menzionate sono costituite da materiali il cui impiego non si limita alla produzione diretta o indiretta di energia, ma si estende anche ad altri usi, soprattutto in campo chimico. È il caso, come noto, del carbone, dell'olio combustibile, del gas naturale ed anche dei combustibili nucleari: questi ultimi per quanto in particolare attiene agli isotopi radioattivi.

Per rendere disponibile all'impiego l'energia derivante dalle fonti primarie occorre, naturalmente, poter "accedere" ad esse, trasferirle presso i centri di trasformazione e da qui fare affluire l'energia utilizzabile ai centri di ripartizione e, da questi, distribuirla poi fra gli utilizzatori.

Sarà utile, pertanto, uno sguardo d'insieme alla distribuzione delle disponibilità di tali fonti energetiche nei vari Paesi del mondo, ed in particolare in quelli dell'OECE senza tuttavia soffermarsi, ciò che sarebbe fuori del mio intento, sui molteplici aspetti del problema della ripartizione delle fonti primarie di energia nel mondo, sulle svariate conseguenze che ne sono derivate e, meno ancora, su quanto si può prevedere circa l'influenza che la ripartizione stessa potrà avere sulla evoluzione futura dei territori dove le disponibilità si concentrano.

Va d'altra parte sottolineato che valutazioni del ge-

nere hanno carattere grossolanamente approssimativo, per le incertezze che presentano le stime sul contenuto economicamente utilizzabile dei giacimenti di carbone, di olio combustibile, di gas naturale di uranio e di torio e per l'assoluta impossibilità di prevedere a priori il risultato delle ricerche in corso, e meno che mai di quelle a venire, delle materie prime ora ricordate. Al riguardo vien fatto di chiedersi: chi avrebbe potuto prevedere, anche pochi anni or sono, l'esistenza delle grandi riserve di gas naturale e di petrolio del Sahara francese e quella delle disponibilità ancora più rilevanti che si preannunciano in Libia?

Maggiore è, peraltro, l'attendibilità della valutazione delle risorse idroelettriche ancora disponibili ed economicamente utilizzabili.

Per abbreviare il discorso riporto in alcune tabelle gli elementi essenziali su la consistenza delle riserve delle principali fonti di energia e la ripartizione nel mondo.

TABELLA 1. - Riserve di carbone e di lignite e produzione annua

Paese	Riserve carbone e lignite	Prod., anno 1953	Numero di anni per l'esaurim. delle riserve	Esportatore (E)
	in milioni di tonn. di carbone (1)			Importatore (I)
Russia . . .	I 306 000	256	5 102	E
Cina	I 000 000	67	14 925	—
Stati Uniti .	I 434 000	440	3 259	E
India	63 000	37	1 703	E
Germania Occ.	244 000	151	1 616	E
Polonia . . .	139 000	90	1 544	—
Australia . .	30 000	22	1 364	E
Inghilterra .	171 000	228	750	E
Giappone . .	19 000	47	400	I
Francia . . .	12 000	54	220	I
Belgio	6 000	30	200	I
Totale . .	4 424 000	I 422	3 111	

(1) I quantitativi di lignite sono stati ragguagliati a carbone considerando che dal punto di vista del contenuto termico 1 kg di carbone equivale mediamente a 3,0 kg. di lignite.

SOURCE: Le besoin d'énergie atomique dans les pays insuffisamment développés » di H. J. Bhabha. Memoria presentata alla 2ª Conferenza di Ginevra sull'uso pacifico dell'energia atomica - 1958.

Per il carbone, la prima colonna della tabella 1 indica le riserve totali per il complesso degli undici Paesi maggiormente dotati, che nel loro insieme detengono oltre il 95% delle disponibilità mondiali.

Tre di questi Paesi (Stati Uniti, Russia, Cina) dispongono da soli di più dell'85% delle riserve: ciò è sufficiente a dare una idea della disuniformità con cui è distribuita questa importante fonte di energia primaria.

In particolare, le riserve dei Paesi dell'Europa occidentale non raggiungono neppure il 10% di quelle totali.

(*) L'Autore si unisce alla Redazione per ringraziare il Centro Italiano per lo Studio delle Relazioni Economiche Estere e dei Mercati ed il suo Presidente Prof. Giuseppe Tucci, per avere consentito la pubblicazione di questa sua relazione sulla rivista dell'AEI.

(**) Prof. ARNALDO M. ANGELINI, Ordinario dell'Università di Roma.

Nella tabella 1 sono indicate inoltre le produzioni annue dei Paesi considerati ed il numero di anni occorrente, *al ritmo attuale di estrazione*, per l'esaurimento delle riserve, numero dato ovviamente dal rapporto riserve/produzione annua.

Si è potuto rilevare che di norma i Paesi per i quali il rapporto riserve/produzione annua è superiore a 700 anni sono esportatori di carbone, mentre quelli per cui detto rapporto è pari o inferiore a 400 anni sono invece importatori.

Ciò ha indotto a ritenere in via di massima che, allo stato attuale della tecnica, sia più conveniente importare carbone anzi che estrarlo, quando il rapporto riserve/produzione scenda al di sotto dei 500 anni. È ovvio tuttavia, come a deduzione del genere sia da attribuirsi un carattere del tutto relativo. Comunque, sotto questo profilo, come si vedrà meglio in seguito, la situazione del carbone è nettamente diversa da quella delle altre fonti di energia.

TABELLA 2. — Riserve mondiali di petrolio greggio

Paesi	Riserve accertate al 1-1-1960	Prod. anno 1959	Numero di anni per l'esaurim. delle riserve
	in milioni di tonnellate		
Canada	473	24,8	19,1
Stati Uniti	4 276	346,5	12,3
Altri Paesi dell'America setten trionale e centrale.	352	13,5	26,1
Venezuela	2.620	147,0	17,8
Altri Paesi dell'America meridionale	554	27,0	20,5
Europa occidentale	212	13,3	15,9
Algeria e Sahara	647	1,5	431,3
Altri Paesi dell'Africa	304	5,1	59,6
Medio Oriente	24 754	227,7	108,7
Indonesia	1 221	17,0	71,8
Altri Paesi dell'Asia	157	7,4	21,2
Paesi comunisti ⁽¹⁾	4 079	146,2	27,9
<i>Totali mondiali</i>	39 649	977,0	40,6

⁽¹⁾ Esclusa la Cina.

SOURCE: "Energia ed idrocarburi nel 1959". Studio allegato alla relazione di bilancio dell'ENI al 30-4-1960.

La situazione delle riserve di petrolio è illustrata nella tabella 2 dalla quale si rileva che, allo stato attuale degli accertamenti, il Medio Oriente, gli Stati Uniti ed il blocco Orientale detengono oltre l'80% delle riserve di tutto il mondo. Ad essi potrà aggiungersi forse tra breve la Libia, se non saranno smentite le vaste prospettive risultanti dalle ricerche in corso.

L'esame della tabella conferma, dal punto di vista qualitativo, quanto talvolta è stato affermato dalle industrie petrolifere, e cioè che in linea di massima converga spingere lo sfruttamento delle riserve fino a raggiungere una produzione annua che conduca al loro esaurimento in poco meno di 20 anni.

Può osservarsi infatti che il rapporto riserve/produzione non si allontana di molto dal valore ora indicato quando si escludano i Paesi che:

a) solo di recente si sono affacciati al mercato del petrolio (Africa, Medio Oriente, Indonesia) e non hanno quindi ancora raggiunto il volume di produzione programmato; per detti Paesi il rapporto considerato è di molto superiore ai 20 anni;

b) per motivi di autonomia sono stati indotti a spingere il ritmo annuo di estrazione forse oltre i limiti stret-

tamente economici e per i quali il rapporto scende a valori più bassi. I dati contenuti nella tabella 2 indurrebbero a ritenere che una circostanza del genere possa essersi verificata negli Stati Uniti ed in Europa.

A questa constatazione di carattere statistico se ne può aggiungere un'altra e cioè che la utilizzazione delle riserve locali si accentua nelle aree caratterizzate da un grado più elevato di industrializzazione.

L'indice indicato per il petrolio in 20 anni, raffrontato a quello di 500 rilevato per il carbone, mette in evidenza la fondamentale diversità dei problemi che caratterizzano le due fonti primarie di energia.

Naturalmente, queste considerazioni hanno carattere puramente orientativo giacché, caso per caso, la natura, la consistenza e l'ubicazione di un determinato giacimento da un lato, e la richiesta del mercato dall'altro potranno indurre a spingere la produzione annua a valori ben diversi da quelli sopraindicati.

L'esame della tabella 2 potrebbe indurre a concludere che le disponibilità di petrolio non permetteranno di far fronte per molto tempo ancora alla richiesta, dato l'elevato ritmo con cui questa aumenta.

In realtà, le cifre ivi riportate si riferiscono alle riserve di petrolio "accertate": se si tiene conto tuttavia anche di quelle "probabili", stimate a 70 miliardi di tonnellate, e di quelle "possibili", valutate ad una cifra ancora più elevata, si può concludere che le disponibilità di detto combustibile sono tali da permettere di far fronte ancora per molti anni ai fabbisogni futuri. Valgono al riguardo tutte le riserve già fatte a proposito di tali stime.

La situazione delle riserve e della produzione di gas naturale nei Paesi più ricchi di questa fonte di energia, è illustrata nella tabella 2 bis.

TABELLA 2 BIS. — Riserve e produzione di gas naturale in alcuni paesi del mondo.

Paesi	Riserve	Prod., 1958	Anni di produz. al ritmo attuale
	in miliardi di m ³		
Stati Uniti	7 000	312	22
U.R.S.S. (1)	almeno 2 500	28	~ 90
Sahara	1 000	0	—
Venezuela	900	5	180
Canada	600	10	60
Paesi dell'OECE	500	8	~ 60
Messico	250	4	~ 60

Dati ricavati da fonti varie (ONU, OECE, ENI) ed in parte elaborati.

⁽¹⁾ Valutazione approssimativa basata sui programmi di produzione annunciati dal Governo dell'URSS.

Per quanto riguarda i combustibili nucleari, i dati di cui si dispone sono molto meno attendibili di quelli relativi al carbone ed al petrolio.

L'entità delle riserve accertate come economicamente estraibili è infatti in relazione al tempo e ai mezzi impiegati per la loro ricerca, ed è noto come nel caso dell'uranio e soprattutto del torio questa dati soltanto da pochissimi anni.

Nella tabella 3 è indicata una stima, tratta dal Notiziario del CNRN, delle riserve del mondo occidentale.

Per quanto già detto, la valutazione degli anni di produzione occorrenti per l'esaurimento delle riserve è in questo caso ben poco indicativa, e ciò soprattutto nei riguardi del torio, il cui ritmo di estrazione si è mantenuto basso in quanto esso sinora non ha praticamente

TABELLA 3. — Riserve di Uranio e Torio e produzione annua nel mondo occidentale

A) Uranio

	Riserve di U ₃ O ₈	Prod. nel 1958 di U ₃ O ₈	Anni di produz.
	tonnellate		al ritmo attuale
Canada	413 000	13 500	30
Unione del Sud Africa	330 000	6 200	~ 50
Stati Uniti	221 000	12 600	~ 20
Francia	50 000	800	~ 60
Australia	15 000	700	~ 20
Congo Belga	10 000	1 000	10

B) Torio

Paesi	Riserve di Th O ₂	Prod. nel 1958 di Th O ₂	Anni di produz. al ritmo attuale
	tonnellate		
India	300 000	—	—
Canada	210 000	—	—
Brasile	200 000	—	—
Australia	50 000	—	—
Stati Uniti	50 000	—	—
Unione del Sud Africa	15 000	—	—
Africa Orientale	15 000	—	—
Nyasaland	10 000	—	—
Totale	850 000	700	~ 1 200

FONTE: "Notiziario del C.N.R.N." anno V, n. 6, giugno 1959 pag. 395.

avuto applicazioni industriali di qualche rilievo nè si è prestato ad impieghi militari.

Infine, per l'energia potenziale idrica devo subito mettere in rilievo una caratteristica che la differenzia nettamente da tutte le altre e che concorre a giustificarne l'importanza nonostante che la consistenza delle riserve, confrontata a quella delle altre fonti, risulti, come si vedrà in seguito (Tabella 5), relativamente modesta: tale energia è praticamente inesauribile; più precisamente, il suo esaurimento è remoto quanto quello dell'energia solare, da cui deriva.

La tabella 4 ha pertanto una impostazione diversa dalle precedenti, mettendo in risalto, rispetto al totale della energia potenziale idrica annualmente disponibile in ciascun Paese, la quota effettivamente utilizzata a fine 1958 e quella che risulterà sfruttata a fine 1963, dopo il completamento dei programmi già avviati.

Se esaminando questa tabella si volge l'attenzione a quei Paesi che hanno maggiormente spinto la utilizzazione delle loro risorse idriche, se ne deve dedurre come, nella situazione economica attuale, non sembri giudicarsi conveniente superare percentuali di sfruttamento delle risorse stesse che vadano oltre il 70÷80% di quelle disponibili; ciò per l'evidente motivo che nella costruzione degli impianti si procede dalle realizzazioni di minor costo a quelle, per tale riguardo, più onerose.

Tuttavia, dato il ruolo che, come verrà detto più avanti, la produzione idroelettrica ha assunto e più ancora è destinata ad assumere per servizi di integrazione e di punta, questa percentuale è probabilmente destinata ad aumentare.

TABELLA 4. — Potenziale idroelettrico nei paesi europei e nel resto del mondo

Paesi	Risorse potenziali idriche utilizzabili (in milioni di kWh/anno)	Percentuale utilizzata	
		a fine 1958	a fine 1963
Italia	60 000	62	70
Svizzera	33 000	60	77
Francia	76 270	45	52
Finlandia	17 000	45	50
Germania Occ.	25 165	43	48
Svezia	85 000	39	54
Spagna	38 000	30 ⁽²⁾	—
Inghilterra	11 470	30	39
Austria	40 000	28	32
Norvegia	104 500	26 ⁽²⁾	—
Portogallo	13 200	22	30
Jugoslavia	66 500	7	16
Polonia	13 300	4	—
Turchia	90 000	2	2
Romania	27 000	1	—
Benelux	645	—	—
Altri Paesi europei ⁽¹⁾	76 050	—	—
Totale Europa	777 100	27	—
America del nord	442 000	53 ⁽²⁾	—
America centrale	95 000	6 ⁽²⁾	—
America del sud	368 000	5 ⁽²⁾	—
Totale America	905 000	29 ⁽²⁾	—
Africa	1 531 000	0,5 ⁽²⁾	—
Asia	1 228 000	7 ⁽²⁾	—
U.R.S.S.	464 000	10 ⁽²⁾	—
Oceania	47 000	19 ⁽²⁾	—
TOTALE MONDO	4 952 100	12 ⁽²⁾	—

⁽¹⁾ esclusa URSS.

⁽²⁾ in difetto delle producibilità, le percentuali sono state calcolate sulla base della produzione effettiva.

FONTI:

1) per l'Europa: ONU "L'industrie productrice d'énergie électrique en Europe - Situation et perspectives". Agosto 1960.

2) per le risorse del resto del mondo: "Contribution of Nuclear Energy to future World Power Needs" - Memoria presentata alla prima Conferenza di Ginevra sull'uso pacifico dell'energia nucleare (agosto 1955) del Department of Economic and Social Affairs dell'ONU.

3) per le percentuali utilizzate nel mondo (esclusa l'Europa): elaborazione di dati ricavati dai "Quaderni di studi e notizie" della Soc. Edison, n. 319, 16-7-1960.

Per completare questo sguardo alle riserve mondiali di energia e per dare una idea della "importanza" relativa delle singole fonti e della loro evoluzione nel tempo, si sono riportate nella tabella 5 le percentuali secondo cui ognuna di esse ha contribuito alla produzione energetica totale, dal 1860 ad oggi.

L'esame di questa tabella mi induce a far cenno della sorgente di energia rappresentata dalla legna e da vari materiali di origine organica.

Questa fonte, anch'essa praticamente inesauribile come l'energia potenziale idrica, sopprimeva un secolo fa al 74% del fabbisogno totale: oggi la sua incidenza è scesa al 19% e benchè sia certo che continuerà a ridursi in futuro, si può affermare che darà ancora per vari anni un contributo non indifferente alla copertura delle necessità.

D'altro canto, essa generalmente non viene presa in considerazione negli studi energetici in quanto, sia sotto

TABELLA 5. - Concorso percentuale delle principali fonti di energia alla produzione globale mondiale di fonti di energia inanimate dal 1860 al 1960.

Anno	Carbone olignite	Petrolio	Gas naturale	Forze idraul.	Legna combustib. organici 5 di scarto	Energia nucleare (¹)
Percentuali						
1860	25,3	..	0,9	..	73,8	
1880	42,0	0,8	0,9	..	56,3	
1900	57,9	2,3	0,9	..	38,9	
1920	63,1	6,8	1,4	0,2	28,5	
1930	59,6	11,9	3,0	0,4	25,1	
1938	56,9	15,4	3,7	0,5	23,5	
1940	59,4	14,2	3,7	0,5	22,2	
1947	52,2	19,1	6,8	0,7	21,2	
1950	49,5	21,1	8,2	0,7	20,5	
1958	43,2	25,8	10,9	0,9	19,2	..
1959	42,4	26,1	11,4	1,0	19,1	..
1960	41,5	26,7	11,8	1,0	19,0	..

(¹) per scopi pacifici.

FONTI:

- 1) Per il periodo 1860-1947 incluso: Putnam "Energy in the future", New York 1959 - pag. 439 e seguenti.
2) Per gli altri anni: elaborazione di dati ricavati da varie fonti.

l'aspetto della produzione che sotto quello della utilizzazione, non interessa settori industriali, ma è molto frazionata nell'ambito domestico o artigianale ed è pertanto impossibile estendere ad essa le considerazioni che si svolgono per le altre fonti di energia.

2. - FABBISOGNI ATTUALI E PREVEDIBILI FABBISOGNI FUTURI DI ENERGIA CON PARTICOLARE RIGUARDO AI PAESI DELL'OECE.

È interessante confrontare la distribuzione delle disponibilità delle fonti primarie di energia con quella dei fabbisogni.

Allo scopo di porre in evidenza i caratteri salienti di questi raffronti, evitando nello stesso tempo di addentrarmi in una analisi che mi condurrebbe lontano, ri-

TABELLA 6. - Produzione e consumo di fonti commerciali di energia delle principali aree geo-economiche mondiali nel 1958 (in % del totale mondiale)

	Produzione complessiva	Consumo complessivo
America settentrionale	35	38
America caraibica	6	2
America meridionale	1	2
Europa occidentale	15	21
Medio Oriente	7	1
Estremo Oriente	4	4
Oceania	1	1
Africa	2	2
Paesi d'Europa ed Asia non compresi nei precedenti (URSS, Cina continentale, Europa orientale, Corea sett., Vietnam sett., Mongolia)	29	29
Totale mondiale	100	100

FONTE: United Nations, World Energy Supplies 1955-1958, New York, 1960.

chiamo anzitutto l'attenzione sul contenuto della tabella 6 che rappresenta per l'anno 1958 in percentuale sul totale mondiale le produzioni ed i consumi globali di energia suddivisi per grandi ripartizioni geografiche.

Appare già evidente da questa tabella l'esistenza di notevoli differenze tra la distribuzione delle disponibilità e quella dei fabbisogni, da cui discende che l'accesso alle fonti di energia da parte dei Paesi meno dotati comporta la necessità di grandi trasferimenti che debbono estendersi nell'ambito internazionale.

Ma le differenze di cui si è detto si accentuano fortemente quando, scendendo a maggiore dettaglio, si consideri la situazione dei singoli Paesi, e quando dall'esame dei dati energetici globali si passi a quello dei dati concernenti le sole fonti di energia passibili di trasferimento in grande quantità.

È infatti da tenere presente che allo stato attuale gli scambi internazionali riguardano prevalentemente il carbone e il petrolio. Ciò in quanto l'energia potenziale idrica forma oggetto di scambio (in misura limitata) soltanto dopo trasformazione dell'energia idraulica allo stato potenziale in energia elettrica, mentre gli scambi di gas naturale e di combustibile nucleare hanno, al momento, importanza del tutto trascurabile.

TABELLA 7. - Produzione e consumo di carbone e petrolio nell'anno 1958

	Carbone		Petrolio	
	prod.	consumo	prod.	consumo
	in milioni di tonnellate			
Italia	0,7	9,9	1,6	24,0
Francia	57,7	65,9	1,4	29,8
Germania	150,2	138,7	4,4	15,2
Benelux	38,9	42,0	1,6	20,5
Totale Comunità Europea	247,5	256,5	9,0	89,5
Austria	0,1	3,9	2,8	1,8
Inghilterra	219,2	203,5	0,2	34,6
Svezia	0,2	2,3	0,1	2,3
Altri Paesi dell'OECE . .	16,8	12,2	0,6	11,8
Totale OECE	483,8	478,4	12,7	140,0
Stati Uniti	389,4		346,2	395,2
Totale America	406,4		546,4	560,8
Medio Oriente	4,2		214,4	52,5
Estremo Oriente	102,9		23,4	34,6
Africa	42,9		1,3	1,6
Oceania	21,6		0	10,0
Blocco sovietico	698,9		128,6	124,9
TOTALE MONDIALE . . .	1760,7		926,8	924,4

FONTI:

- 1) per i consumi di carbone: "Statistiques de base de l'énergie pour les pays de l'OECE 1950-1958" OECE - ottobre 1959.
2) per gli altri dati: "ONU - Statistical papers - Series J. n. 3".

La tabella 7, in cui vengono raffrontate le produzioni ed i consumi di carbone e petrolio di vari Paesi europei, conferma pienamente le considerazioni precedenti, mettendo nel dovuto rilievo le differenze fra disponibilità e fabbisogni.

Emerge da essa, in particolare, che l'ammontare delle fonti primarie di energia nell'area OECE è sensibilmente inferiore agli attuali fabbisogni.

Raffronti di questa natura inducono a domandarsi se, e nel caso in quale senso ed in quale misura, la situazione possa evolvere negli anni futuri.

Purtroppo, quando dall'esame del presente stato si passa a quel che è possibile prevedere o ipotizzare per l'avvenire, il problema diventa molto complesso e comporta difficoltà spesso insuperabili.

Mi sia consentita una breve digressione intesa a dare un'idea del grado di attendibilità delle previsioni in materia di futuri fabbisogni energetici.

È chiaro anzitutto che, alla base di ogni previsione o ipotesi del genere, sta l'evoluzione che i fabbisogni stessi hanno subito in passato, dai primordi dello sviluppo industriale in poi.

E se, in questo ordine di idee, si considerano i fabbisogni energetici nel loro insieme, si nota che nei decenni trascorsi essi hanno proceduto con un andamento che, lungi dall'essere lineare, ricorda grossolanamente la legge dell'interesse composto ovvero, in termini matematici, "la legge esponenziale".

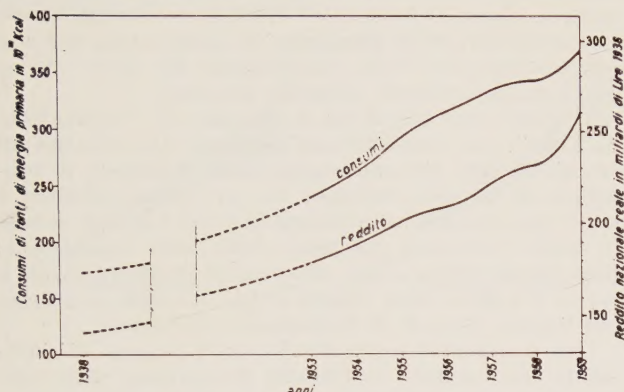


Fig. 1. — Andamento dei consumi di energia e del reddito nazionale in Italia dal 1938 al 1959.

È stato pure constatato che, se ci si riferisce all'ambito nazionale, per vari Stati si nota un andamento non molto diverso quando si considerino alcuni parametri che caratterizzano il progresso economico, quali il prodotto nazionale lordo, gli indici della produzione industriale, il reddito pro-capite.

A titolo di esempio, sono stati riportati nel grafico di fig. 1 gli andamenti del consumo di energia e del reddito nazionale in Italia, per gli anni dal 1938 al 1959.

goli Paesi i consumi energetici ed i valori del reddito pro-capite.

Non si può attribuire molto rigore matematico ad elaborazioni di questo genere, data l'incertezza insita nella valutazione dei consumi energetici e dei redditi ed in particolare per le approssimazioni introdotte rispettivamente nella conversione ad una unica unità energetica e ad una unica unità monetaria; tuttavia non si può negare, in senso statistico, l'esistenza di una analogia tra i due parametri, la quale induce a concludere che i fabbisogni di energia, al pari del reddito nazionale, rappresentano un indice quantitativo di benessere e di progresso.

Se rivolgiamo ora la nostra attenzione al futuro, sembra naturale che un primo grossolano apprezzamento dei fabbisogni energetici complessivi possa essere effettuato ipotizzando la continuità della legge constatata per il passato, secondo la quale l'incremento dei fabbisogni di energia è determinato, in ogni momento, da una sorta di "tensione" verso una maggiore disponibilità, proporzionale all'effettivo consumo secondo un coefficiente approssimativamente costante.

Un'ipotesi del genere costituisce il migliore punto di partenza di cui si possa disporre: a costo di apparire eccessivamente pessimista circa la possibilità di avvicinare maggiormente la realtà futura aggiungo che, a mio personale avviso, da un approfondimento delle indagini non ci si può attendere molto di più in quanto, se non v'è dubbio che gli affinamenti consentiti da un esame analitico del problema eliminano molte prevedibili o probabili cause di errori, l'entità di questi ultimi è relativamente modesta se si pone mente a quella delle incertezze che sfuggono ad una indagine per quanto accurata essa possa essere. Queste incertezze aumentano in misura rapidamente crescente con l'estendersi del periodo al quale le previsioni si riferiscono.

Inoltre, quando da valutazioni che riguardano la totalità delle fonti di energia, si passa a valutazioni concernenti ciascuna di esse singolarmente, i motivi di incertezza si accentuano fortemente. Per rendersi convinti di ciò

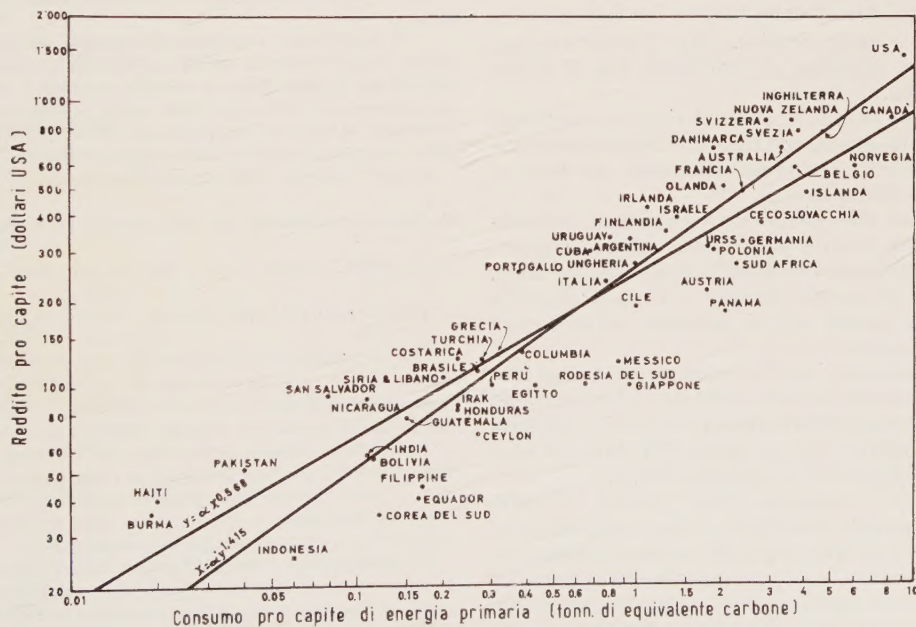


Fig. 2. — Reddito pro capite e consumo di energia primaria nel 1949.

Fonte. — E. A. G. ROBINSON e G. H. DANIEL: « Atti I conf. di Ginevra ». Vol. I P/757, pag. 40.

I limiti di validità della correlazione che lega i consumi energetici dei vari Paesi al loro progresso economico e industriale risultano da diagrammi come quello della fig. 2 dove, in scala logaritmica, sono riportati per i sin-

basta pensare che ad eccezione del potenziale idrolettrico la disponibilità di alcune fonti di energia dipende anzitutto da ricerche di carattere minerario di cui nessuno è in grado di prevedere l'esito. È evidente, per ci-

tare un esempio a questo riguardo, che il Rapporto dei Tre Saggi di *quattro anni or sono* non poteva tener conto delle disponibilità di petrolio e di gas naturale individuate successivamente nel Sahara, in Libia, in Indonesia.

E per quanto riguarda i combustibili nucleari, notevolissime sono tuttora le divergenze di opinioni sulle disponibilità di uranio e di torio economicamente utilizzabili.

A queste incertezze si aggiungono quelle dovute alla evoluzione del settore dei consumi e che riguardano la possibilità di sostituire l'energia derivante da una fonte con quella ottenibile da un'altra: a determinare questi spostamenti nella incidenza degli incrementi del fabbisogno saranno ragioni varie e cioè: la competizione economica, il progresso tecnico, motivi di sicurezza, difficoltà di accesso, ecc.

Ciò premesso, ritengo che, in rapporto alla loro attendibilità, le previsioni concernenti i futuri fabbisogni possano suddividersi in:

— *Previsioni a breve termine* che riguardano un periodo dell'ordine del quinquennio.

Tali previsioni sono caratterizzate da un elevato grado di attendibilità in quanto nel corso di cinque anni può rendersi disponibile soltanto la nuova energia ottenibile da fonti già in fase di sfruttamento o da fonti già accertate, la cui utilizzazione rientra in un programma di realizzazione a termine così breve da non poter essere sostanzialmente influenzato dai mutamenti che potrebbero aver luogo alla vigilia dell'avvio dei programmi stessi.

Inoltre, per ciò che riguarda i consumi, l'inerzia che essi spesso presentano nei confronti della sostituzione di una fonte energetica con un'altra, renderebbe assai improbabili modifiche radicali nella struttura dei fabbisogni.

Le incertezze sono pertanto modeste con riferimento sia al complesso delle fonti energetiche, sia a ciascuna di esse presa singolarmente.

— *Previsione a medio termine* che coprono un periodo di dieci anni e che sono caratterizzate da incertezze crescenti nel secondo quinquennio. Queste incertezze, per le ragioni già dette, riguardano in particolare la valutazione dei fabbisogni futuri delle singole fonti di energia.

— *Previsioni a lungo termine*. Oltre il decennio non si può più parlare, a rigore, di previsioni ma di stime piuttosto ipotetiche.

Le incertezze, già grandi se ci si riferisce al complesso delle fonti di energia, divengono tali da richiedere estrema cautela da parte di chi avesse ad utilizzarle specie se si scende alle singole componenti.

Le considerazioni che precedono riguardano naturalmente gli andamenti medi e prescindono dalle variazioni congiunturali che possono verificarsi nell'ambito annuale, ovvero interessare un periodo di due o tre anni; sarebbe infatti fuori della realtà chi si provasse a prevedere discontinuità del genere.

Dopo queste premesse, che ho ritenuto doveroso fare per richiamare l'attenzione sulla estrema delicatezza del compito di chi si accinge a formulare previsioni in materia di fabbisogni energetici, mi propongo di dare un'idea delle valutazioni più recenti in questo campo.

Potrei attingere a numerose fonti, poichè in varie sedi sono stati compiuti studi più o meno approfonditi che hanno condotto a delle stime invero non molto concordi fra di loro: citerò i lavori presentati sull'argomento nel corso della prima Conferenza di Ginevra nell'estate del 1955, il rapporto Hartley, il rapporto dei Tre Saggi e, da ultimo, il recente rapporto della Commissione Consultiva dell'Energia dell'OECE di cui mi onoro far parte.

Mi limiterò a riassumere, mediante qualche grafico, le conclusioni alle quali è pervenuta l'ultima delle Commissioni menzionate, avvertendo subito che la scelta è motivata sia dall'essere il rapporto in parola il più recente in materia di previsioni del genere, sia dall'averne una

conoscenza diretta che mi deriva dalla partecipazione assieme ad otto autorevoli Colleghi, alla sua preparazione.

Ma prima di entrare in argomento deve essermi consentita un'altra breve digressione sul significato dell'unità di misura che viene adottata per la valutazione del contenuto energetico delle fonti primarie di energia.

Quando si vogliono confrontare fonti diverse e soprattutto quando le cifre che ne indicano l'entità devono essere sommate fra loro, è necessario esprimere il contenuto energetico di ognuna di esse con una comune unità di misura.

La scelta dovrebbe cadere ovviamente su una delle unità ormai affermatesi in campo tecnico internazionale, quali la caloria, il Joule, il kWh, ma gli economisti hanno spesso rilevato che il significato di queste unità può non essere apprezzato dalla maggioranza di coloro che si occupano di problemi energetici generali.

È stata così introdotta la nozione di "equivalente carbone", che consiste nell'esprimere la quantità di energia di ogni provenienza mediante il numero di tonnellate di carbone standard (il cui potere calorifico è stato convenzionalmente fissato in 7.000 kcal/kg) avente lo stesso contenuto energetico della fonte considerata; base questa per la quale, dopo esame degli argomenti a favore e a carico delle diverse unità di misura, si è finito con l'optare, in sede di Commissione Robinson.

Ma non è nella scelta di una unità comune di riferimento che risiedono le difficoltà di esprimere delle cifre globali di disponibilità o fabbisogni di energia, bensì in quella dei criteri da seguire per valutare, con l'unità prescelta, le singole fonti.

Queste difficoltà, che si riscontrano in diversa misura per i vari tipi di combustibili classici e per quelli nucleari, divengono particolarmente gravi nella valutazione dell'energia potenziale idrica (1).

Sembra che le considerazioni riassunte in nota consiglierebbero di tenere distinta nei bilanci energetici la quota idrica da quella delle altre fonti ed in questo senso si sono espressi autorevoli esperti in materia.

(1) Per essa infatti possono essere seguiti due criteri radicalmente diversi:

1) Considerare l'equivalente termico dell'energia potenziale idrica. Poichè l'energia idrica è utilizzata in misura del tutto prevalente per la produzione di energia elettrica, i valori di quest'ultima, espressi in kWh, o in altra unità equivalente (caloria, Joule, tonnellata di carbone) rappresentano, divisi per il rendimento medio della produzione, l'entità dell'energia potenziale idrica utilizzata.

Si avrà così che 1 kWh producibile mediante un impianto idro-

$$\begin{aligned} \text{elettrico corrisponderà ad una energia potenziale idrica} &= \frac{1}{0,8} \\ &= 1,25 \text{ kWh} \quad \text{ovvero} \quad 1,25 \times 860 = 1.070 \text{ Kcal} \quad \text{ovvero} \quad 1.070 \times \\ &\quad \times 4186 = 4,5 \cdot 10^6 \text{ Joule, ovvero} \quad \frac{1.070}{7.000} = 0,153 \text{ kg di carbone.} \end{aligned}$$

2) Considerare che ogni kWh prodotto idraulicamente, avrebbe dovuto essere prodotto, in assenza di risorse idriche, da centrali termoelettriche e che così avrebbe richiesto — in impianti moderni — da 350 a 400 grammi di carbone standard da 7.000 kcal/kg.

L'energia potenziale idrica viene così valutata in base alla quantità di carbone che essa permette di risparmiare e si avrebbe perciò che 1 kWh producibile idroelettricamente corrisponderebbe a 0,400 kg di carbone, ovvero a 2.800 Kcal ovvero $11,7 \times 10^6$ Joule ovvero a 3,25 kWh di energia potenziale idrica.

Evidentemente, entrambi i criteri danno luogo ad inconvenienti. Il primo, infatti, non tiene conto delle caratteristiche privilegiate che l'energia idrica possiede in confronto alle altre fonti primarie e conduce quindi ad errori di valutazione, tanto più gravi quanto maggiore è la quota di produzione idrica.

Il secondo criterio presenta due svantaggi: da un lato falsa la realtà giacchè sostituisce all'energia idrica un quantitativo di carbone che ha un contenuto energetico molto superiore, dall'altro lascia in dubbio circa la scelta della quantità di carbone che può sostituire 1 kWh idroelettrico. Infatti, mentre con una centrale termoelettrica moderna bastano, come si è detto, 0,35-0,40 kg, con una vecchia centrale ne occorreranno 0,6, e nella trazione ferroviaria 1,8 kg.

È però evidente che in tal modo i bilanci energetici ed i confronti tra Paesi diverrebbero formalmente più complessi; per questo motivo la Commissione Robinson — dopo aver lungamente discusso l'argomento — ha deciso di non allontanarsi dai metodi tradizionali, esprimendo tutti i fabbisogni e i consumi energetici in tonnellate di carbone equivalente e valutando le risorse idriche in base al secondo dei criteri anzi menzionati.

Dopo questo cenno, indispensabile per l'apprezzamento dei dati che seguono, passo ad esaminare i diagrammi di fig. 3 che illustrano le tendenze recenti e le previsioni relative alla domanda totale di energia primaria nella zona OECE, effettuate rispettivamente dalle Commissioni Robinson e Hartley.

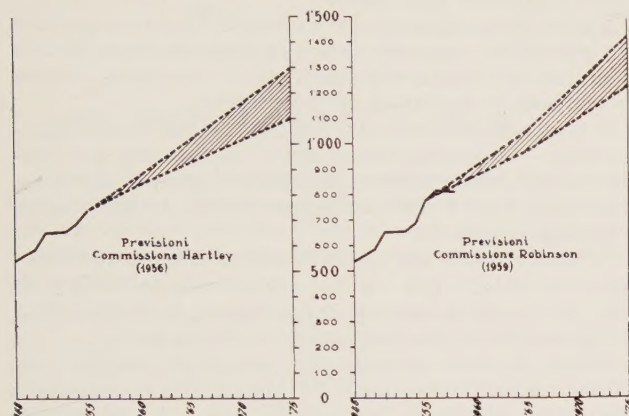


Fig. 3. — Previsioni del fabbisogno di energia primaria nei Paesi OECE (milioni di tonnellate di equivalente carbone).

È anzitutto da rilevare che, in considerazione delle incertezze di cui ho detto, entrambe le Commissioni hanno preferito sostituire ad una previsione individuata da una curva una "fascia" compresa tra un limite superiore ed uno inferiore, la cui ampiezza cresce con legge esponenziale man mano che ci si spinge verso il futuro.

Risulta inoltre chiaro dal grafico come la previsione contenuta nel rapporto Robinson in omaggio al criterio già indicato abbia saputo prescindere dalla contingente recessione che ha interessato in diversa misura gli anni 1957-1958.

È infine da notare che queste due stime *globali*, effettuate a più di tre anni di distanza l'una dall'altra, sono molto simili tra loro, e ciò conferma quanto già detto circa la maggiore attendibilità delle previsioni riferite al complesso delle fonti primarie.

Quando peraltro si scenda ad esaminare la struttura dei consumi e della produzione di energia primaria (v. tabella 8) si rilevano tra le due valutazioni differenze che superano talora il 100%, come si verifica ad esempio per la produzione di lignite e per la produzione e la importazione di gas naturale.

Ma è l'esame di questa tabella che dà adito alle considerazioni che seguono circa i possibili sviluppi del reperimento e della utilizzazione delle singole fonti di energia, mettendo in rilievo le prevedibili deficienze da colmare mediante importazioni.

Carbone. — Sembra evidente che l'utilizzazione di questa forma di energia si trova in una fase di trasformazione, che si ha motivo di ritenere irreversibile. Infatti non si prevedere che la sua produzione, già oggi inferiore a quella avutasi in anni molto lontani quali il

TABELLA 8. — Previsioni relative al consumo, alla produzione e alle importazioni di energia primaria nella zona "OECE" (in milioni di tonnellate di equivalente carbone)

		1965		1975	
	1965	Previsioni contenute nei rapporti			
		Hartley	Robinson	Hartley	Robinson
1) <i>Stima del fabbisogno totale:</i>					
<i>massima</i>		1020	1050	1300	1425
<i>media</i>	777	975	1010	1200	1325
<i>minima</i>		930	970	1100	1225
2) <i>Produzione interna:</i>					
<i>carbone</i>	477	520	440 - 480	520	430 - 495
<i>lignite</i>	30	35	45	35	60
<i>petrolio</i>	13	40	30	50	50
<i>energia idrica</i>	56	85	95	130	140
<i>gas naturale</i>	7	10	25	20	50 - 60
<i>energia nucleare¹⁾</i>	—	20	15 - 20	80	30 - 90
<i>altre forme di energia</i>	20	—	20	—	20
<i>Totale</i>	603	710	670 - 715	835	780 - 915
<i>Media delle stime</i>	603	710	690	835	850
3) <i>Importazioni:</i>					
<i>petrolio</i>	146	170 - 260	260 - 310	215 - 415	380 - 500
<i>carbone</i>	28	50	10 - 60	50	10 - 60
<i>gas naturale</i>	—	—	5	—	10 - 75
<i>Totale</i>	174	220 - 310	275 - 375	265 - 455	400 - 635
<i>Media delle stime</i>	174	265	325	360	515
4) <i>Disponibilità complessiva</i>	777	930 - 1020	945 - 1090	1100 - 1290	1180 - 1550
<i>Media delle stime</i>	777	975	1015	1195	1365

¹⁾ Sebbene l'energia nucleare figuri tra le riserve interne, la maggior parte dei combustibili nucleari dovrà essere importata.

1913 e il 1929, possa svilupparsi, il che significa che il suo contributo alla copertura dei crescenti fabbisogni è in un rapido declino.

L'avvenire del carbone sarà legato da un lato alla riduzione del suo costo, ottenibile abbandonando la coltivazione dei giacimenti meno favorevoli e potenziando quella dei più favorevoli, e dall'altro alla sua trasformazione in forme secondarie di energia che si prestino ad una più facile distribuzione e ad una più razionale utilizzazione. Si cercherà in particolare di eliminare per quanto possibile gli oneri di trasporto del carbone, specie se "povero", effettuando "a bocca di miniera" la trasformazione in energia elettrica.

La necessità di importazioni — che nel periodo considerato si prevede oscillino tra i 10 e i 60 milioni di tonnellate — è subordinata soprattutto alla richiesta di determinate "qualità", prima fra esse quella del carbone da cokefazione, e la loro convenienza economica dipenderà in grande misura dall'entità dei noli marittimi.

Si può ad ogni modo affermare che non si dovrebbero incontrare ostacoli per l'accesso a fonti extraeuropee e che in particolare l'industria carbonifera americana non dovrebbe avere difficoltà a soddisfare la richiesta europea.

Petrolio. — Il fabbisogno di petrolio, in rapido aumento negli ultimi anni, continuerà ad accrescersi in futuro in misura che dipenderà in parte dalla concorrenza che ad esso potrà opporre il carbone.

Poiché i ritrovamenti di petrolio nel territorio metropolitano dell'OECE sono stati sinora assai modesti, si può ipotizzare che quasi tutti i nuovi fabbisogni dovranno essere coperti da importazioni, tra cui quelle dal Sahara che in pratica si integrano nell'economia francese e che potranno ammontare a 40-70 milioni di tonnellate di equivalente carbone nel 1965 e 90-140 milioni di tonnellate nel 1975.

Resteranno da importare, da Paesi fuori dell'area OECE, quantitativi dell'ordine dei 250 milioni di tonnellate di equivalente carbone nel 1965 e di 350 milioni nel 1975. Tali cifre possono apparire preoccupanti, ma esse non rappresentano che una quota modesta delle ingenti disponibilità mondiali messe in evidenza nella prima parte di questa relazione.

In effetti le compagnie petrolifere non ritengono vi siano difficoltà a soddisfare il fabbisogno europeo, in aggiunta a quello del resto del mondo che aumenterà in proporzione analoga.

Gas naturale. — La comparsa in Europa di questa fonte di energia risale all'ultimo dopoguerra, con la scoperta dei giacimenti gassiferi italiani e francesi che hanno consentito di far passare la produzione dai 50 milioni di mc annui dell'ante-guerra ai 7.700 milioni del 1958.

Il gas naturale è una delle fonti di energia più economiche ed anche se il suo collocamento e la sua utilizzazione pongono talvolta, in fase di sviluppo, dei problemi legati soprattutto al fatto che essa non si rende disponibile gradualmente, bensì per grosse tranches ed in quantità rilevanti, è certo che i Paesi europei porranno il massimo impegno ad incrementarne la produzione che si pensa possa raggiungere i 20 miliardi di mc nel 1965 e i 40-45 miliardi nel 1975.

Il fatto tuttavia che il mercato europeo potrebbe assorbire quantitativi ben più rilevanti di gas ha indotto a rivolgere l'attenzione a quelle zone petrolifere (Medio Oriente, Caraibi, Sahara) ove, per l'impossibilità di una conveniente utilizzazione locale, vengono annualmente bruciati o dispersi ingentissimi quantitativi di detto combustibile.

L'accesso a tali riserve particolarmente economiche di energia pone, peraltro, dei problemi tecnici e politici di trasporto assai gravi. Quest'ultimo, in effetti, può essere effettuato per due vie e cioè:

a) con gasodotti che, attraversando vari Paesi e — al caso — tratti di mare, raggiungono i centri europei di consumo;

b) con speciali navi-cisterna atte a trasportare il gas, liquefatto alla pressione atmosferica con una temperatura di -160°C , in serbatoi muniti di speciale isolamento.

Tra queste soluzioni, quella di un gasdotto della lunghezza di 2.500 miglia che dal Medio Oriente (Irak) raggiungesse l'Europa continentale seguendo l'itinerario Turchia-Grecia-Italia o quello Jugoslavia-Austria-Germania, è stata già oggetto di studio dettagliato da parte della Bechtel Corp. ed è considerata tecnicamente ed economicamente realizzabile.

Gravi invece appaiono le difficoltà di natura politica che potrebbero rappresentare una costante minaccia alla sicurezza dell'approvvigionamento e che hanno sinora sconsigliato la realizzazione del progetto.

Il trasporto via mare del gas liquido, già in fase sperimentale, è relativamente oneroso, soprattutto per l'incidenza del trasferimento preliminare fino ad uno scalo marittimo e per il costo delle attrezzature di liquefazione e immagazzinamento.

Si ritiene perciò che questo sistema di trasporto possa essere utilizzato, più che per sopperire a fabbisogni di base dei consumi europei, per integrare le disponibilità dell'industria del gas nelle punte di fabbisogno.

Infine, dopo la scoperta dei giacimenti gassiferi del Sahara (in particolare quello di Hassi R'Mel, le cui riserve sono state valutate in 750 miliardi di m³), si è pensato di costruire dei gasdotti che, attraverso il Mediterraneo, conducano direttamente il gas alla Spagna, alla Francia o alla Sicilia.

Le numerose difficoltà tecniche per una tale realizzazione, attualmente oggetto di studio e sperimentazione soprattutto da parte francese, non consentono di formulare previsioni in proposito, se non quelle — ottimistiche — derivanti dalla nostra fiducia nelle possibilità e nei mezzi della tecnica.

Si può ad ogni modo affermare che solo così verrebbe veramente risolto il problema dell'accesso dell'Europa alle risorse africane del gas e dato un sostanziale contributo al suo approvvigionamento in energia.

Ed è proprio in relazione al verificarsi di questa prospettiva che la Commissione Robinson ha indicato in oltre 50 miliardi di m³ annui il limite superiore della previsione di importazione di gas nel 1975.

Energia idraulica. — L'energia idraulica, destinata per la quasi totalità alla conversione in energia elettrica, continuerà ad occupare un ruolo ben definito nei riguardi dei fabbisogni futuri e risentirà in misura modesta della concorrenza delle altre fonti energetiche.

La realizzazione di alcuni tipi di centrali idroelettriche particolarmente adatte ad effettuare il servizio di integrazione e di punta (centrali a serbatoio, impianti di pompaggio) potrà anzi essere favorita dallo sviluppo di altri tipi di impianti (centrali a lignite, centrali termoelettriche nucleari) che, per motivi economici e tecnici, verranno destinati prevalentemente a sopperire al fabbisogno di base.

Gli scambi di energia elettrica tra Paesi limitrofi sono sotto il profilo quantitativo di entità relativamente modesta, come risulta dalla tabella 9 in cui sono riportati gli scambi avvenuti nel 1958 tra i Paesi facenti parte della UCPTE (Union pour la Coordination de la Production et du Transport de l'Electricité) nel cui ambito si svolge la massima parte dei movimenti di energia relativi a tutto il complesso dell'OECE.

A fianco del nome di ciascun Paese è indicata la produzione dell'anno 1958 e si può constatare che l'intero volume delle esportazioni o importazioni non supera qualche per cento di essa.

TABELLA 9. — Scambi di energia elettrica fra i paesi membri della U.C.P.T.E. nel 1958 (GWh)

Produzione 1958	Energia consegnata da ↓ a →	Belgio	Germania Occ.	Francia	Italia	Lussemburgo	Paesi Bassi	Austria	Svizzera	Altri	Totale
12 518	Belgio		57	52	—	30	98	—	—	—	237
95 271	Germania Occ.	158		34	—	—	185	1 011	504	112	2 004
61 599	Francia	83	45		86	15	—	—	260	100	589
45 492	Italia	—	—	42	—	—	—	52	167	—	261
1 222	Lussemburgo	30	—	2	—	—	—	—	—	—	32
13 854	Paesi Bassi	12	80	—	—	—	—	—	—	—	92
20 454	Austria	—	1 975	—	61	—	—	—	—	28	2 064
17 856	Svizzera	—	1 460	651	140	—	—	—	—	1	2 252
	Altri	—	489	103	—	—	—	123	1		716
	Totale	283	4 106	884	287	45	283	1 186	932	241	8 247

FONTE: Rapporto annuale U.C.P.T.E. 1958-1959.

È però da tener presente che questi scambi, seppure di entità modesta, hanno sensibile importanza per l'economia elettrica dei singoli Paesi giacchè, data l'elasticità e la tempestività con cui vengono realizzati, essi possono consentire:

a) di superare momenti o periodi di emergenza dovuti a gravi incidenti di esercizio, o ad eccessivi rigori della stagione, o ancora ad eccezionali carenze di precipitazioni;

b) di collocare nei Paesi a prevalente produzione termica temporanee esuberanze di energia idrica di altri Paesi consentendo economie di combustibile.

È in considerazione di questi importanti compiti che il Consiglio dei Ministri dell'OECE ha deciso il 30 marzo 1953 e 6 luglio 1956 la completa liberalizzazione delle importazioni ed esportazioni occasionali di energia elettrica, impegnando i Governi a fornire la valuta necessaria per gli eventuali conguagli in denaro; il che ha costituito un decisivo progresso in favore della realizzazione di una grande interconnessione europea e della libertà di accesso alle disponibilità di energia elettrica nell'ambito del nostro continente.

Energia nucleare. — Molto si è discusso e si discute sul contributo che l'energia nucleare potrà dare alla copertura dei fabbisogni futuri.

All'epoca della prima Conferenza di Ginevra — estate 1955 — furono formulate previsioni il cui eccessivo ottimismo era legato — diciamo pure francamente — ad una campagna pubblicitaria che non ha precedenti nella storia della tecnica. La realtà si è poi gradualmente imposta all'attenzione degli studiosi, degli industriali ed ha fatto strada anche in ambiente politico, ma la delusione di chi aveva prestato fede a certe previsioni azzardate è stata tale da indurre molti oggi ad un ingiustificato pessimismo per quanto concerne il futuro. Mi sia consentito di riaffermare che, come non condivisi l'eccessivo ottimismo del 1955, non posso d'altra parte fare mio il pessimismo che oggi si va diffondendo.

Non mi sento di avanzare previsioni per i motivi già illustrati — troppe previsioni sono cadute nel nulla nel giro di due o tre anni! — ma non escludo affatto che l'energia nucleare si possa affermare in Italia come competitiva con l'energia tradizionale per le alte utilizzazioni, prima della scadenza di questo decennio.

Ed a questo riguardo, pur non potendo ritornare qui su argomenti trattati ampiamente in altre sedi, mi preme richiamare l'attenzione sul fatto che il costo dell'energia, sia essa tradizionale o nucleare, dipende in misura molto marcata dalle caratteristiche del consumo ed in particolare dal numero di kWh mediamente erogati per ogni kW di potenza resa disponibile dagli impianti. La com-

petitività della energia nucleare sarà pertanto raggiunta gradualmente, procedendo dalle alte alle basse utilizzazioni della potenza degli impianti.

In via generale, l'accesso alla fonte nucleare comporta oneri fissi notevolmente superiori a quelli afferenti alle fonti rappresentate dai combustibili tradizionali, ma nello stesso tempo gli oneri proporzionali sono minori. L'evoluzione della tecnica condurrà indubbiamente alla riduzione dei primi (determinati dal costo specifico per kW/installato) e dei secondi (determinati dal costo del combustibile per kWh prodotto).

A ritardare l'impiego dell'energia nucleare hanno concorso due elementi inadeguatamente valutati nelle previsioni di questi ultimi anni e cioè il costo specifico degli impianti termici tradizionali che ha declinato notevolmente anche per effetto dell'aumento delle potenze unitarie ed il costo dei combustibili il quale ha subito riduzioni inattese per la loro entità.

L'accesso alle riserve di combustibili nucleari dei Paesi extraeuropei ed ancor più agli impianti di trattamento chimico ed arricchimento isotopico che permettono una migliore utilizzazione di essi è ancora sottoposto a varie limitazioni, in relazione a problemi di responsabilità civile e di sicurezza.

Dal punto di vista tecnico ed economico invece, il trasporto dei combustibili nucleari presenta evidenti vantaggi rispetto a quello dei combustibili tradizionali.

3. — TRASFERIMENTO DELLE FONTI PRIMARIE DI ENERGIA E SUE ESIGENZE.

È dalle notevoli differenze nella distribuzione delle disponibilità e dei fabbisogni di energia con particolare riguardo ai Paesi della OECE, che nasce l'imponente problema del trasferimento delle fonti energetiche dalle aree che ne dispongono in eccedenza a quelle che ne difettano.

Tali esigenze, già notevoli oggi, si accentueranno in futuro nella misura determinata dal prevedibile incremento del fabbisogno.

Le fonti di energia primaria che *allo stato attuale* interessano sotto questo aspetto sono, come già detto, il carbone ed il petrolio. *In futuro* è prevedibile un notevole sviluppo nel trasferimento delle fonti primarie rappresentate dal gas naturale e dai combustibili nucleari.

La scelta delle provenienze sarà determinata evidentemente da ragioni economiche fra cui, in particolare, il costo di origine e quello del trasporto riferito non alla quantità di materiali costituenti fonti primarie, bensì al loro contenuto energetico.

È ovvio come non siano questi i soli elementi decisivi di una scelta delle provenienze sulla quale possono in-

fluire altri fattori come regimi doganali, ragioni di sicurezza, ecc.

Nei grafici che illustrerò più avanti, saranno indicate le quantità di energia disponibile e quelle che formano oggetto di importazione nell'area dell'OEEC, e in particolare in Italia, secondo la loro natura, la loro provenienza e, dopo trasformazione, il loro impiego.

Ciò sia detto per quanto riguarda la situazione presente, ma sarebbe praticamente impossibile disporre di elementi sufficienti per delineare quantitativamente, con ragionevole attendibilità, i mutamenti che potranno verificarsi in un avvenire che vada oltre il decennio, mentre non è priva di incertezze una previsione che superi i cinque anni.

Mi limito pertanto a qualche considerazione su quanto oggi sembra potersi anticipare in materia.

Nei confronti del carbone, non sono prevedibili sostanziali mutamenti nelle provenienze da un lato, nè incrementi notevoli nelle importazioni dall'altro, come risulta dai dati già esposti.

Neppure i mezzi tecnici impiegati per tali trasporti subiranno evoluzioni degne di rilievo.

Sviluppi molto maggiori avranno invece i trasferimenti di petrolio, in quanto l'importanza di questa fonte di energia verrà ancora accresciuta dalla prevedibile evoluzione della struttura dei fabbisogni, che comporta la sostituzione del petrolio ai combustibili solidi in numerosi settori industriali e domestici.

Un'idea dell'importanza che hanno assunto i trasporti di petrolio negli ultimi venti anni si può avere dall'esame dei grafici di figura 4, che indicano le provenienze, le destinazioni ed i quantitativi annui di petrolio trasferiti per via marittima.

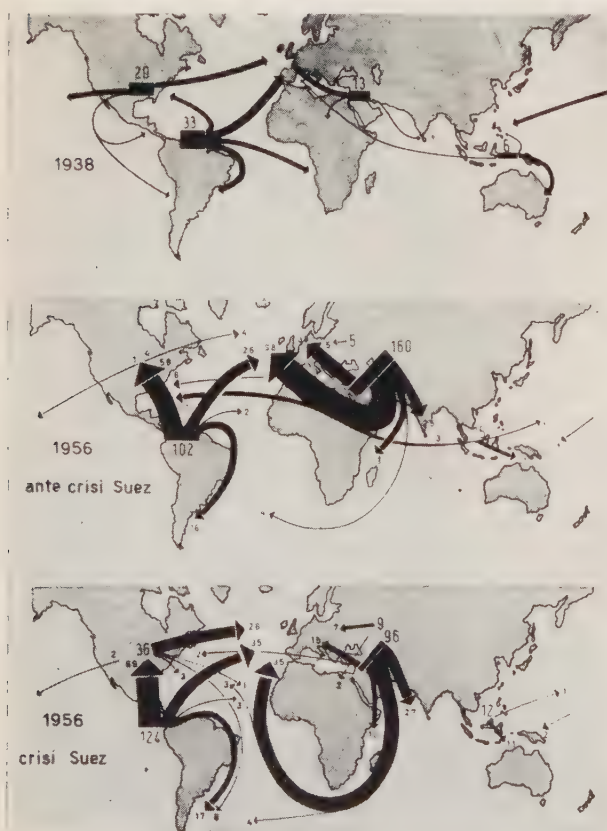


Fig. 4. — Principali trasporti marittimi di petrolio (in milioni di tonnellate) - escluse le zone di influenza sovietica.

Nei primi due grafici la situazione al 1938 è confrontata con quella esistente immediatamente prima della crisi di Suez: è evidente l'enorme incremento che si è

avuto nei trasporti e la preponderante importanza assunta dai rifornimenti provenienti dal Medio Oriente.

Il terzo grafico illustra la situazione verificatasi durante la crisi di Suez e mette in evidenza le riduzioni che si sono avute nelle quantità trasferite e l'aggravio che detta crisi ha comportato negli oneri derivanti da noli.

Quando si volesse «costruire» un grafico del genere di quelli qui riportati che rappresenti le condizioni che si verificheranno nel 1965 o nel 1975, si andrebbe incontro, come già detto, a difficoltà insormontabili; si può però asserire che esso sarebbe quasi certamente caratterizzato, oltre che da volumi sempre crescenti delle quantità trasportate, da una più spinta diversificazione delle fonti di approvvigionamento, dovuta al potenziamento della produzione dei nuovi giacimenti del Sahara, della Libia e dell'Indonesia.

Dal punto di vista della tecnica di trasporto, non sono da prevedere in questo campo innovazioni tali da modificare sostanzialmente i sistemi marittimi di alimentazione mediante pipe-lines, salvo quanto già si è accennato circa le possibilità di utilizzare queste ultime anche per l'attraversamento di lunghi bracci di mare.

Per il trasferimento del gas naturale in grandi quantitativi, l'unica soluzione attuale è rappresentata dai metanodotti i quali, mentre vanno assumendo notevoli, estensioni in ambito nazionale, non hanno avuto che sporadiche applicazioni ai trasferimenti in campo internazionale.

Ho già avuto occasione di intrattenermi sulle prospettive future che dipendono:

- a) dalle possibilità di successo di iniziative internazionali per la realizzazione di gasdotti intercontinentali;
- b) dagli incoraggianti risultati degli studi in corso per la realizzazione di gasdotti sottomarini;
- c) dal successo tecnico ed economico dei primi esperimenti per il trasporto del gas liquefatto mediante apposite navi metaniere.

Infine, sempre con riguardo al futuro, particolare interesse avrà indubbiamente il trasferimento della fonte energetica rappresentata dai combustibili nucleari, per i quali, come già detto, l'incidenza del trasporto può ritenersi senz'altro trascurabile in considerazione del loro elevatissimo contenuto energetico.

Ma il trasferimento di detti combustibili presenta particolare interesse anche perchè esso può aver luogo agevolmente non solo con mezzi terrestri e marittimi, ma anche per via aerea, senza che gli oneri di trasporto assumano incidenza sensibile.

Ne segue che la fonte nucleare è certamente quella che offre la maggiore libertà nella scelta del mezzo tecnico di trasporto, con favorevoli ripercussioni sulla sicurezza di approvvigionamento anche nella eventualità di complicazioni internazionali.

Aspetti economici del trasferimento delle fonti primarie di energia.

Molte considerazioni potrebbero essere fatte sul costo del trasferimento delle fonti di energia.

Mi limiterò a richiamare qui l'attenzione su uno dei fattori determinanti di tale costo, che è comune a tutte le forme di trasporto.

Intendo riferirmi alla «utilizzazione» degli impianti in parola che incide — in misura diversa a seconda della loro natura — sull'economia di tutti i sistemi di trasferimento, sia che si tratti di pipe-lines per il trasporto del petrolio o del gas naturale, ovvero di flotte carboniere, petroliere o metaniere.

È evidente che il complesso degli investimenti relativi agli impianti destinati al trasferimento dà luogo ad un insieme di oneri annui determinato dalle punte del fabbisogno, ma indipendente dalla quantità di combustibile trasferito, cui si aggiungono quelli di esercizio che sono

invece grossolanamente proporzionali a detta quantità. Orbene, gli oneri fissi avranno un'incidenza tanto minore quanto maggiore sarà la quantità di combustibile trasferito e sulla quale essi potranno essere "diluati".

Tale incidenza risulterebbe minima quando l'utilizzazione degli impianti e mezzi di trasporto fosse spinta al massimo o, in altre parole, quando tali mezzi fossero costantemente impegnati alla loro intera potenzialità.

Ne segue che per rendere minimo il costo del trasferimento occorre che il flusso del combustibile dai centri di partenza a quelli di arrivo sia, per quanto possibile, costante e, come detto, pari alla massima potenzialità dei mezzi.

Ma il fabbisogno dell'energia che i rifornimenti sono destinati a soddisfare non è generalmente costante: anzi, esso è per lo più caratterizzato da una variabilità, ad indice della quale può assumersi il rapporto fra erogazione media ed erogazione di punta.

Emerge da questa considerazione che se si vuole superare mediante afflusso costante di una fonte di energia ad un fabbisogno mutevole nell'ambito giornaliero, settimanale e stagionale, *occorre predisporre i mezzi per accumulare il combustibile, o in generale la fonte energetica in località, per quanto possibile prossima ai centri di consumo.* E poichè a questa accumulazione corrispondono degli oneri che, in ultima analisi, incidono sul costo unitario dell'energia ottenibile dalla fonte utilizzata, si pone l'interessante e delicato problema economico che riguarda la determinazione da un lato della potenzialità dei mezzi di trasporto e dell'altro di quella degli impianti di accumulazione, che consentono di ridurre al minimo, l'incidenza unitaria degli oneri di approvvigionamento gravanti sull'energia ottenuta dalla fonte primaria e resa disponibile per la distribuzione o la trasformazione.

I parchi carbone, i serbatoi di nafta, le cavità naturali nelle quali vengono accumulate grandi quantità di metano, i laghi artificiali (per quanto riguarda la fonte primaria da cui origina l'energia idroelettrica) rappresentano altrettanti esempi di impianti di accumulazione i quali impegnano investimenti che dipendono dalla quantità di energia accumulata, dalla natura di questa e da molti altri elementi che non posso qui analizzare.

Non mi dilungherò ulteriormente su questo aspetto del tema così strettamente collegato con l' "accesso" alle fonti di energia, sia per non uscire dai limiti assegnati a questa esposizione, sia anche perchè certi problemi economici di minimo costo più che con regole generali si risolvono in base ad accurati esami da effettuare caso per caso.

4. — *Accesso alle fonti di energia ed ubicazione degli impianti industriali*

L'esistenza di cospicue fonti naturali di energia utilizzabili economicamente ha costituito spesso elemento determinante per la scelta della ubicazione di quegli impianti industriali la cui produzione impegna il consumo di ragguardevoli quantità di energia, specie quando notevole è l'incidenza del costo di quest'ultima sul valore del prodotto.

Numerosi esempi potrei menzionare con riguardo alle industrie elettrochimiche ed elettrosiderurgiche che hanno trovato conveniente installare i loro stabilimenti presso importanti centri di produzione idroelettrici ed anche in prossimità di impianti termici a bocca di miniera.

Va da se che, in questi casi, il vantaggio derivante dalla eliminazione o riduzione al minimo degli oneri di trasporto dell'energia deve prevalere sui maggiori costi che l'ubicazione prescelta può determinare per il trasporto delle materie prime e dei prodotti finiti, per la creazione di condizioni ambientali atte a soddisfare le esigenze connesse con la creazione di centri abitati, ecc.

Le circostanze alle quali mi sono riferito si sono verificate in tutti i Paesi che hanno raggiunto un certo grado di industrializzazione, ma sempre, o quasi sempre, l'influenza della distribuzione delle fonti naturali di energia sulla ubicazione delle industrie grandi consumatrici della stessa si è limitata all'ambito nazionale.

Il progresso della tecnica ha reso peraltro possibili e più economici i trasporti di energia in grandi quantità e d'altra parte, se ci riferiamo ai Paesi dell'Europa occidentale, ed in particolare alle possibilità idroelettriche, è da notare che le risorse più economiche — e cioè quelle che potevano avere valore determinante agli effetti qui considerati — sono praticamente esaurite. Ne segue che le ragioni per una interdipendenza fra distribuzione delle risorse naturali di energia e ubicazione degli impianti industriali si sono oggi di molto attenuate. E ciò in particolare per quanto riguarda il nostro Paese, dato che:

1) le risorse energetiche sulle quali possiamo fare assegnamento sono essenzialmente rappresentate da combustibili di importazione;

2) l'ubicazione in via di massima più conveniente per i centri di trasformazione dell'energia primaria in energia elettrica è quella che rende minimo il successivo costo del trasporto di quest'ultima;

3) la forma della nostra penisola rende agevole il collocamento dei centri di produzione di energia a distanza relativamente breve dai centri di consumo ovunque essi si trovino.

Se dall'ambito nazionale si passa a quello internazionale o meglio intercontinentale, il problema dell'ubicazione dei centri industriali grandi consumatori di energia presso fonti naturali particolarmente abbondanti ed economiche si ripresenta con aspetti politici e sociali di grande rilievo.

Immensa disponibilità idroelettriche potrebbero ricavarsi a condizioni economiche eccezionalmente favorevoli da grandi corsi d'acqua situati in regioni molto remote dai Paesi industriali e d'altro canto, non è pensabile il trasporto dell'energia elettrica attraverso continenti e mari per migliaia di chilometri. Ed allora si pone l'alternativa: utilizzare in loco l'energia producibile concentrando in tali regioni le produzioni caratterizzate da forti consumi unitari di energia (quale, ad esempio, l'alluminio, i fertilizzanti ed altri prodotti elettrochimici ed elettrosiderurgici), ovvero lasciare inoperose tali risorse sino a quando l'evoluzione dei Paesi che ne dispongono non ne consentirà l'impiego in loco o a distanza relativamente breve.

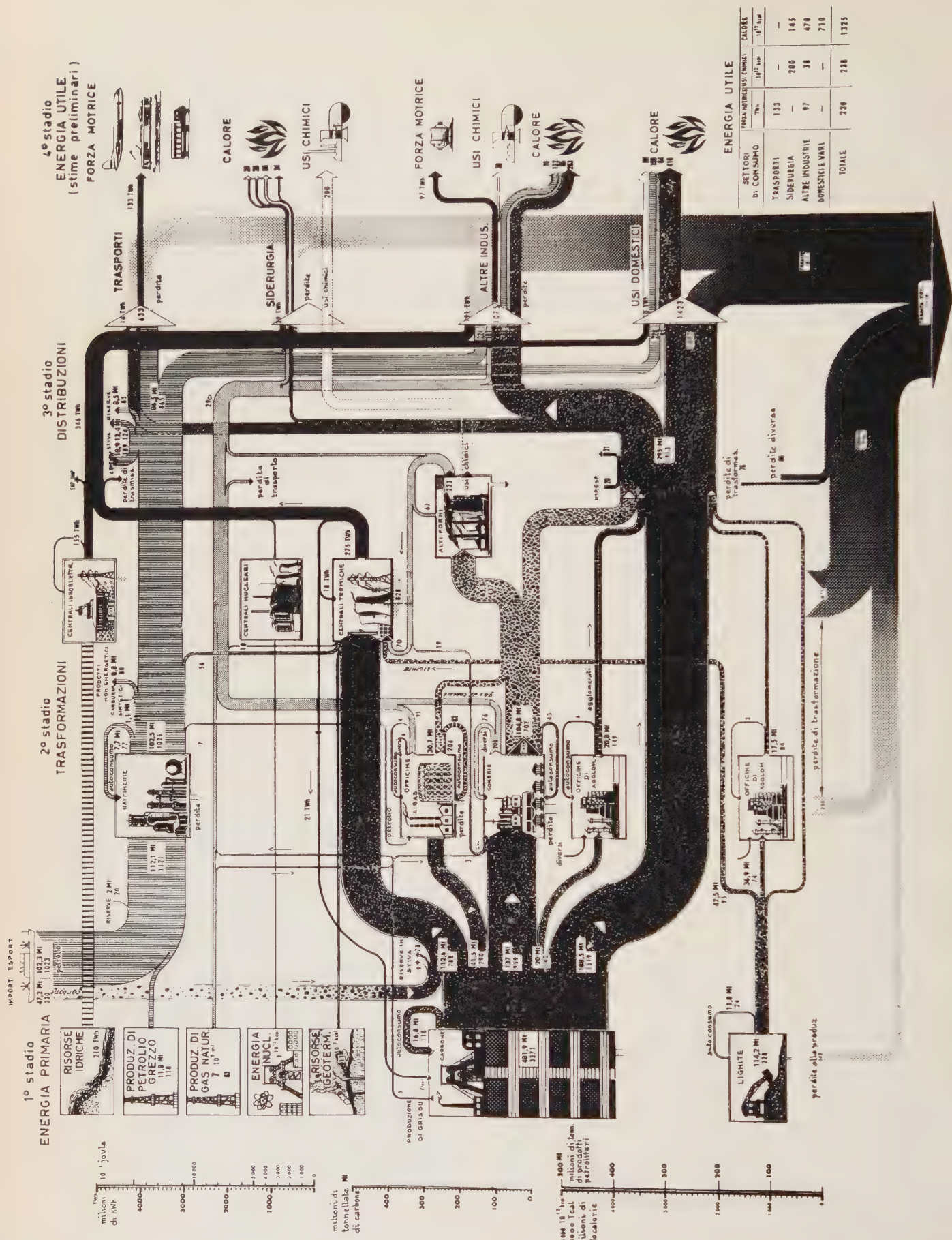
Se ci si limita a considerare unicamente l'aspetto economico di questo problema, non c'è dubbio sulla convenienza della prima alternativa: se tuttavia si tiene conto delle esigenze politiche e sociali da un lato e di quelle connesse con la sicurezza degli approvvigionamenti dell'altro, si vede subito che i tempi non sono maturi per soluzioni del genere. Basti un esempio a dimostrarlo.

È noto che enormi risorse idroelettriche particolarmente economiche esistono nel Congo: ebbene chi potrebbe oggi azzardare la concentrazione in quelle terre di produzioni essenziali, condizionando la continuità degli approvvigionamenti alle mutevolissime vicende interne di un Paese che è così lontano da un assetto che dia qualche garanzia di stabilità?

5. — *Stadi di trasformazione ed utilizzazione dell'energia.*

L'accesso alle fonti di energia è evidentemente condizionato dalla possibilità e dalla economicità dei processi di trasformazione, di trasporto, di distribuzione e di utilizzazione dell'energia secondaria.

Per quanto l'argomento sia di grande interesse tanto sotto il profilo tecnico come sotto quello economico, mi limiterò qui a qualche cenno di carattere del tutto generale.



Tav. A. — Bilancio energetico (quantitativo) dei Paesi membri dell'OECE (anno 1957).

Allo scopo di appoggiare il discorso, per quanto possibile, su elementi concreti, mi avvarrò di due grafici che con particolare efficacia pongono in rilievo, per l'area dell'OECE, il bilancio relativo alle fonti di energia principali con riguardo e agli impieghi attuali, e ai prevedibili sviluppi futuri. Da tale bilancio emergono la produzione interna e l'esportazione espresse nelle tre unità energetiche indicate nelle scale tracciate a sinistra del diagramma riprodotto in tavola A.

Ai flussi di energia derivanti da tali fonti, corrispondono delle fasce la cui ampiezza è proporzionale ai quantitativi erogati nell'anno 1957.

L'energia proveniente dalle fonti primarie passa attraverso un primo stadio di trasformazione operata: dagli impianti idroelettrici che trasformano l'energia idrica in energia elettrica, dalle raffinerie che trasformano il greggio in vari tipi di combustibili liquidi, dalle centrali termiche che traggono l'energia elettrica dalla nafta, dal carbone e dai combustibili nucleari; dalle officine a gas che dalla fonte primaria carbone ottengono quella secondaria rappresentata dal gas combustibile, dalle cokerie che partendo sempre dal carbone producono coke e gas combustibile, e così via.

La tavola A mostra la destinazione e la ripartizione dell'energia primaria fra gli impianti di trasformazione e quindi l'evoluzione dell'energia secondaria o delle fonti secondarie di essa sino alle utilizzazioni finali sommariamente indicate a destra del grafico.

Per quanto complessa sia l'evoluzione e la distribuzione delle fonti energetiche considerate, il quadro in parola non solo dà il senso delle proporzioni, ma fornisce una chiara idea della interdipendenza e della intercambiabilità delle diverse fonti sulla quale mi soffermerò brevemente più avanti.

Si nota in particolare come *ben rari siano gli impieghi ai quali non si prestino la più flessibile di tutte le forme secondarie, rappresentata dall'energia elettrica.*

Desidero richiamare l'attenzione su un elemento posto in rilievo dalla tavola in esame, e cioè sul complesso delle perdite di energia e sull'entità relativa di queste a seguito di alcuni processi di trasformazione.

Come si vede, la parte prevalente dell'energia ottenibile dalle fonti primarie va dispersa. Unica eccezione di rilievo è rappresentata dalla trasformazione dell'energia potenziale idraulica in energia elettrica. Una quota di tale energia dispersa potrà essere gradualmente recuperata in virtù della continua evoluzione della tecnica, ma non si potrà scendere al disotto di un minimo connesso con le trasformazioni cicliche rette dalle immutabili leggi della termodinamica: ciò almeno sino a quando non si trovasse la via di evitare l'intermediario termico che oggi è indispensabile per ottenere energia elettrica dai combustibili quali che essi siano ().

Dato il fine di questa conversazione, ritengo opportuno presentare un secondo grafico (tavola B), in tutto corrispondente a quello già descritto, ma nel quale i flussi di energia, anziché in unità energetiche, sono misurati in base al valore economico dell'energia nelle sue fasi di trasformazione e di impiego.

È infatti da tener presente che, sebbene agli stadi di trasformazione mediante i quali dalle fonti primarie si trae l'energia secondaria, corrisponda come si è visto una rilevante dispersione, il valore del prodotto aumenta sensibilmente, e ciò per l'evidente motivo che nessuno penserebbe di costruire un impianto di trasformazione

se il valore del "prodotto" che esso rende disponibile non fosse superiore a quello della fonte primaria da esso "consumata".

Tale grafico pone in evidenza, appunto, l'incremento del valore dell'energia nel passaggio dallo stadio di produzione a quello della distribuzione.

Le indicazioni che da tali grafici derivano riguardano l'anno 1957: ad esse non può attribuirsi che un carattere indicativo in quanto, per molti degli elementi rappresentati, non ci si può attendere se non una approssimazione relativamente modesta.

Mi sia consentito qui di ringraziare molto vivamente la Segreteria dell'OECE, che ha curato la preparazione dei grafici in parola, per averli cortesemente messi a mia disposizione.

La tavola C rappresenta, infine, il bilancio energetico italiano nel 1959 tracciato con criteri molto simili a quelli già descritti per la prima delle due tavole OECE.

Posso rinunciare a descrivere questo grafico, data la simiglianza di impostazione con quello di tavola A e la sua chiarezza.

Debbo tale grafico alla cortesia dell'Ufficio Studi della Edison, che qui vivamente ringrazio.

6. — Intercambiabilità tra le fonti di energia e limitazioni relative: problemi di sicurezza.

Tra i problemi collegati con l'accesso alle fonti energetiche si presentano indubbiamente quelli riguardanti l'intercambiabilità delle fonti primarie e secondarie.

A sottolineare l'importanza di questo problema sta il fatto che, come risulta dai grafici di tavola A e tavola C, alla produzione di talune forme di energia secondarie e di energia utile si può pervenire tanto direttamente come per il tramite di una precedente trasformazione che comporta sensibili dispersioni.

In effetti è bene distinguere fra:

a) la intercambiabilità delle diverse forme di energia primaria impiegate nella produzione di energia secondaria;

b) la intercambiabilità delle diverse forme di energia primaria e secondaria che possono essere utilizzate nella produzione delle diverse forme di energia utile.

Inoltre occorre distinguere in entrambi i casi tra il grado di intercambiabilità attuale e quello previsto per il futuro, sia a breve sia a lungo termine, ed approfondire l'esame di quelle modifiche della struttura dei fabbisogni che consentono di superare più facilmente eventuali crisi di approvvigionamento.

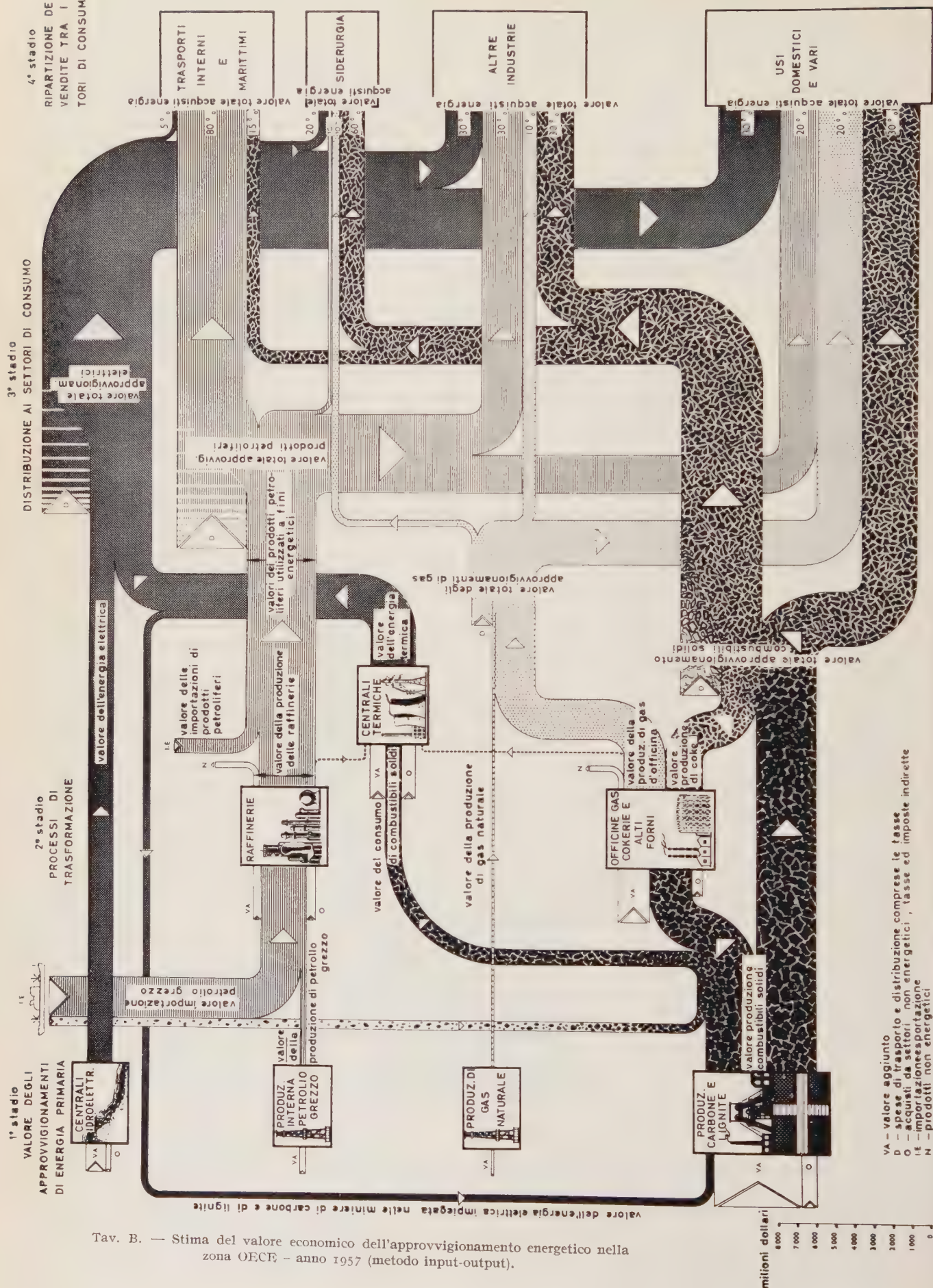
Il primo dei due aspetti della intercambiabilità su riportato comprende tutti quei casi nei quali ci si può prospettare la convenienza di equipaggiare gli impianti di trasformazione in modo tale da consentire un'agevole e rapida possibilità di sostituzione di una fonte primaria con un'altra.

I vantaggi che derivano da un'intercambiabilità del genere, debbono naturalmente compensare il maggiore costo degli impianti, il che si verifica ad esempio nel caso delle centrali termoelettriche tradizionali, in cui la possibilità di bruciare indifferentemente carbone (eventualmente anche di qualità inferiore), olio combustibile o gas naturale, comporta una maggiorazione così limitata degli oneri di impianto da rendere, nella massima parte dei casi, conveniente l'installazione delle apparecchiature che consentono di realizzare la sostituzione di detti combustibili.

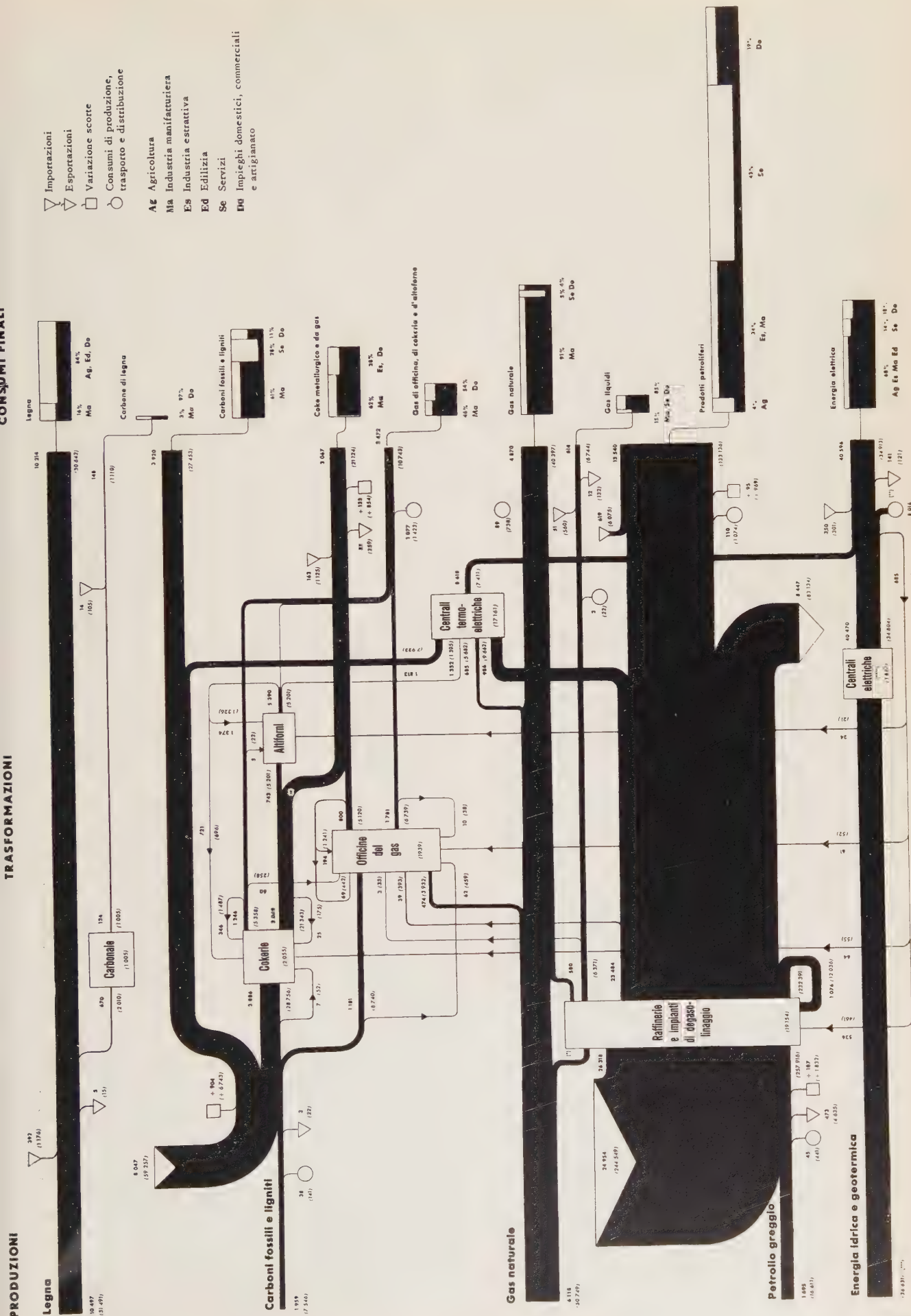
Non appaiono invece economicamente intercambiabili in una centrale termica i combustibili nucleari con quelli tradizionali.

Assicurare nella massima misura possibile l'intercambiabilità delle fonti primarie di energia significa contribuire sostanzialmente ad accrescere la sicurezza dell'approvvigionamento energetico, soprattutto nei Paesi che difettano di fonti primarie proprie.

(2) Ricordo a questo proposito che il problema della trasformazione diretta dell'energia chimica e dell'energia nucleare in elettrica senza l'intermediario termico (per il quale la legge di Carnot impone i limiti di cui ho fatto cenno) ha formato e forma oggetto di studi ed esperienze particolarmente delicate nei laboratori di ricerca universitari ed industriali. Ma mentre non vi sono ostacoli di principio alla realizzazione del fine indicato, si è ancora molto lontani da risultati che vadano oltre la sperimentazione scientifica.



Tav. B. — Stima del valore economico dell'approvvigionamento energetico nella zona OECF - anno 1957 (metodo input-output).



Tav. C. - Bilancio energetico italiano nell'anno 1959.

È difficile valutare in termini economici i vantaggi di una maggiore sicurezza di approvvigionamento o, ciò che in fondo è lo stesso, stabilire la misura delle perdite economiche che possono derivare da una carenza di rifornimenti di fonti primarie; è però certo che in questi casi vantaggi e perdite sono di notevole entità e destinati ad aumentare di importanza in futuro, con l'estendersi degli impieghi dell'energia in tutti i settori di attività.

In questo ordine di idee, quando ragioni economiche non costituiscano grave ostacolo, è certamente auspicabile che, ovunque la tecnica lo consente, sia resa possibile l'adozione dell'uno o dell'altro dei tre principali combustibili tradizionali: carbone, petrolio e gas naturale (per quest'ultimo, naturalmente, a condizione che esso sia o possa rendersi in qualche modo disponibile).

Abbiamo visto che il costo dell'intercambiabilità è relativamente modesto nel caso delle centrali termoelettriche. Una simile sostituzione si presenta meno agevole in molti altri impieghi: ma appunto in questo campo è da auspicare un intenso sforzo della tecnica per superare le difficoltà che derivano da problemi di costo.

Del secondo aspetto dell'intercambiabilità e cioè di quella fra forme di energia primaria e secondaria che possono essere utilizzate nella produzione di energia utile, si ha un esempio tipico nella generazione di calore destinato a numerosi impieghi industriali ed a scopi di riscaldamento in genere.

In molti casi per tale produzione di calore l'energia elettrica è intercambiabile con le fonti primarie rappresentate dal carbone, dal petrolio, dal gas naturale e, per quanto oggi applicazioni del genere siano alquanto limitate, dai combustibili nucleari.

Va da sé che, in via di principio, produrre calore impiegando energia elettrica, significa mettere in essere un ciclo che si inizia con la produzione di energia elettrica bruciando uno dei combustibili menzionati sopra e perdendo nella trasformazione non meno del 65% del contenuto energetico del combustibile; segue quindi il trasferimento dell'energia elettrica dalle centrali di produzione all'utenza, ove ha luogo la nuova trasformazione dell'energia elettrica in calore, il che comporta ulteriori perdite. Se si pensa che la stessa quantità finale di calore utile potrebbe essere ottenuta direttamente nel luogo di impiego bruciando carbone, petrolio o gas naturale, ci si rende subito conto che, in questo caso, le notevoli dispersioni cui ho accennato ora verrebbero eliminate e che agli altri oneri relativi alle fasi di trasformazione e trasporto dell'energia elettrica si sostituirebbero quelli, per lo più minori, derivanti dal solo trasporto del combustibile.

Agli effetti dell'economia del bilancio energetico non v'è dubbio quindi sull'opportunità di spingere al massimo la produzione diretta di calore, evitando stadi intermedi di trasformazione; più in generale, per quanto concerne la produzione di energia sotto qualsiasi forma, è opportuno ridurre al minimo tecnicamente indispensabile le trasformazioni intermedie.

Il perseguimento di questo obiettivo è tuttavia contrastato, nei singoli settori di consumo, da limitazioni di varia natura, fra cui assumono particolare rilievo quelle tecniche e quelle economiche.

Qualche esempio varrà meglio della enunciazione dei principi generali a sottolineare la natura di tali limitazioni: la produzione dell'acciaio rappresenta un caso tipico. Entrano qui in competizione l'acciaio prodotto al forno elettrico e quello ottenuto dal forno Martin. Nel primo caso il calore è fornito dalla energia elettrica, nel secondo dall'impiego diretto del carbone, dell'olio combustibile o del gas naturale ed i quantitativi di energia impegnati nella produzione dell'acciaio sono, come noto, tutt'altro che trascurabili.

Ciononostante, ambedue i procedimenti sono in uso.

Sta di fatto che sotto il profilo tecnico i particolari

requisiti dell'acciaio ottenuto al forno elettrico non sono conseguibili industrialmente con il processo Martin. Dal lato economico potrei aggiungere che per ottenere, mediante l'utilizzazione diretta dei combustibili, un acciaio avente gli stessi requisiti di quello prodotto al forno elettrico, si andrebbe incontro ad oneri maggiori di quelli conseguenti all'impiego dell'energia elettrica in luogo del combustibile.

Molti altri esempi sarei tentato di invocare per trarne considerazioni indubbiamente interessanti e per mostrare che non sempre le ragioni tecnico-economiche che rendono impossibile la sostituzione della produzione di calore attraverso l'intermediario dell'energia elettrica con la produzione termica diretta appaiono insuperabili, per cui molto ci si può attendere dal progresso in questo campo, specie quando il problema dell'impiego della forma di energia alla quale ci riferiamo si limita a scopi di riscaldamento non abbinati non complessi processi chimici o siderurgici.

7. — Rapporti internazionali ed accesso alle fonti di energia.

Non ho sinora accennato che in via incidentale ai rapporti internazionali instaurati a seguito della riconosciuta necessità di risolvere in comune alcuni fondamentali problemi relativi all'accesso alle fonti di energia; tuttavia il contenuto della esposizione che precede fornisce una idea concreta della entità attuale dei rapporti economici connessi con l'approvvigionamento di energia da parte dei Paesi che ne difettano e dei prevedibili sviluppi stessi negli anni futuri.

A sintetizzare efficacemente in termini economici le considerazioni svolte e per dare una idea concreta delle "dimensioni" del problema trattato, richiamiamo la attenzione sul contenuto della tabella 10 in cui è riportata una serie di dati che rappresentano i controvalori omogenei (cioè espressi tutti nella stessa unità monetaria) delle importazioni energetiche effettuate nel 1958 dai Paesi più significativi del mondo occidentale.

Si può rilevare ad esempio da questa tabella che le importazioni di energia hanno rappresentato nel 1958, per il complesso dei sei Paesi della Comunità Europea, un onere di circa 3000 milioni di dollari.

Se si pone mente agli ordini di grandezza di questi gravami annui e si pensa che essi sono probabilmente destinati a raddoppiare nel giro di poco più di un decennio, vien fatto di chiedersi se l'approvvigionamento dell'energia non finirà per costituire un peso insostenibile per la economia dei Paesi importatori influendo negativamente sulla loro bilancia dei pagamenti.

Approfondire questo problema, che riguarda soprattutto alcuni determinati Paesi, esulerebbe dalle finalità generali di questa trattazione; mi sembra tuttavia opportuno indicare che per i Paesi dell'Europa occidentale, presi nel loro insieme, detto problema non presenta la gravità che a prima vista si sarebbe indotti ad attribuirgli.

In altri termini, se — come è da ritenere — all'aumento delle importazioni energetiche si accompagnerà il previsto incremento del prodotto nazionale lordo e se non vi saranno restrizioni alla esportazione dei prodotti finiti, il conseguente afflusso di valuta varrà a compensare largamente l'accennato sbilancio.

D'altro canto, se si scende a considerare la situazione dei singoli Paesi europei o di determinate aree economiche, si rileva che in alcuni casi specifici il problema della bilancia dei pagamenti presenta aspetti tali da giustificare l'attenzione con cui esso viene seguito sia nell'ambito nazionale che in quello internazionale.

Chiudo questa breve digressione, che del resto è servita a mettere in rilievo un aspetto che accentua l'importanza del problema trattato, sottolineando che il

TABELLA 10. — Importazioni energetiche 1958
(milioni di dollari)

Paesi importatori	Paesi di provenienza											
	Mondo	U.S.A.	Regno Unito	Canada	Belgio Lussemburgo	Germania	Francia	Svezia	Svizzera	U.R.S.S.	Europa Est	Medio-Oriente
U.S.A.	1 653	—	1	98	—	1	—	—	—	—	—	194
Regno Unito. . . .	1 234	55	—	2	18	3	18	—	—	2	1	566
Canada	517	183	2	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Belgio	523	39	10	—	—	108	12	—	—	4	1	46
Germania	750	229	12	—	9	—	64	1	—	13	36	121
Francia	1 105	75	17	—	46	202	—	—	4	51	28	435
Svezia	384	22	58	—	4	37	7	—	—	19	12	38
Norvegia	119	10	44	—	2	9	1	1	—	2	2	—
Danimarca	219	23	114	—	8	27	1	5	—	2	17	—
Italia	622	117	3	—	—	37	5	—	—	22	8	264
Austria	140	35	1	—	—	34	3	—	—	7	44	—
Paesi Bassi	615	68	22	—	48	50	4	—	—	3	1	180
Totale mondiale	7 781											

FONTE: "Economia internazionale delle fonti di energia" n. 3, maggio-giugno 1960, pag. 502.

suo carattere vitale e la sua entità non potevano non avere ripercussioni, anche sotto il profilo politico, nei rapporti internazionali.

I Governi della maggior parte dei Paesi e per quel che ci riguarda più da vicino dei Paesi dell'area dell'OECE, e in particolare della Comunità Europea, hanno ravvisato la necessità di affidare a grandi Organizzazioni Internazionali l'esame approfondito dei problemi energetici di comune interesse, arrivando ad attribuire a taluni di questi organismi poteri di intervento sopranazionali.

Alla trattazione dei problemi riguardanti l'energia si è sempre dedicata l'Organizzazione delle Nazioni Unite, attraverso le sue Commissioni Economiche.

In particolare il Segretariato della Commissione Economica per l'Europa, articolata in Comitati che si occupano dei diversi settori (Comitato Carboni, Elettricità, Gas, ecc.), svolge una attività che si concreta in elaborazioni statistiche e studi tecnico-economici ai quali viene data ampia diffusione.

Alla Organizzazione delle Nazioni Unite si devono anche grandi iniziative sul piano mondiale, quali le Conferenze sugli impieghi pacifici della energia nucleare tenute a Ginevra nel mese di agosto 1955 e nel mese di settembre 1958, cui ha partecipato un gran numero di Paesi e la cui importanza è così nota che non ha certo bisogno di essere sottolineata in questa sede.

Ancora alle Nazioni Unite è dovuta la creazione dell'Agenzia Internazionale per l'Energia Atomica (AIEA) cui aderiscono oltre 60 Paesi e che ha fra i suoi compiti quello di facilitare l'approvvigionamento dei combustibili nucleari da parte dei Paesi che non ne dispongono.

Altro Ente Internazionale che ha dedicato molto proficuo lavoro allo studio dei problemi energetici è l'OECE (Organizzazione Europea per la Cooperazione Economica) creato nel 1948 per curare l'equa ripartizione degli aiuti messi a disposizione dell'Europa dal piano Marshall. Nel perseguire gli scopi per cui era stato istituito, l'OECE ha subito riconosciuto la necessità di seguire la evoluzione degli approvvigionamenti energetici ed ha costituito allo scopo dei comitati di competenza specifica per i problemi del carbone, del petrolio, dell'elettricità e, successivamente, del gas.

Inoltre esso ha convocato a più riprese gruppi di esperti per esaminare e risolvere i problemi relativi a determinate fonti di energia.

Così, in occasione della crisi di Suez, l'OECE ha creato un gruppo consultivo, denominato OPEG (OECE Petroleum Emergency Group), formato da rappresentanti delle Compagnie petrolifere il quale, in collaborazione con un analogo gruppo americano MEEC (Middle East Emergency Commission), ha elaborato e proposto una equa ripartizione delle ridotte quantità di petrolio disponibili per l'Europa misura che fu unanimemente accettata dai Paesi membri.

Ed ancora, il Comitato dell'Elettricità, riconosciuta l'importanza della realizzazione di determinate interconnessioni internazionali, ha suggerito la creazione della UCPTÉ (Union pour la Coordination de la Production et du Transport d'Energie Electrique) che raggruppa i maggiori responsabili dell'esercizio di 8 Paesi interconnessi dell'Europa continentale in una forma di collaborazione molto agile, che ha permesso di conseguire importanti risultati concreti.

Lo stesso Comitato Elettricità è stato anche promotore della delibera del Consiglio dell'OECE concernente la liberalizzazione degli scambi occasionali di energia, di cui si è già fatto cenno.

In questi ultimi anni l'OECE, dopo aver riconosciuto che i progressi tecnici rendevano via via più estese le possibilità di interscambio delle varie fonti energetiche e che diveniva di conseguenza sempre più difficile esaminarle separatamente, decideva di affidare ad un ristretto numero di esperti indipendenti il compito di studiare globalmente i problemi europei dell'energia.

Si ebbero così i rapporti di M. Louis Armand ⁽³⁾ e della Commissione Hartley ⁽⁴⁾ che per l'interesse degli argomenti trattati e l'autorità degli esperti hanno avuto larghissima eco.

A seguito di ciò, il Consiglio dell'OECE ha deciso nel novembre 1956 di costituire due nuovi organi: il Comitato dell'Energia e la Commissione Consultiva dell'Energia.

Il primo è composto dai delegati di tutti i Paesi membri ed associati e di esso fanno parte i presidenti dei singoli Comitati specializzati: carbone, petrolio, ecc.

La Commissione Consultiva dell'Energia ha il compito di proseguire e sviluppare i lavori svolti dalla Commissione Hartley: sul contenuto del suo primo rapporto ⁽⁵⁾

(3) Quelques aspects du problème européen de l'énergie.

(4) L'Europe face à ses besoins croissants en énergie.

(5) L'énergie en Europe - nouvelles perspectives.

ho già avuto occasione di intrattenermi a più riprese ne corso di questa esposizione.

Infine, nel campo della utilizzazione pacifica della energia nucleare, l'OECE, dopo la creazione di un Comitato speciale per l'energia nucleare, passava alla istituzione di un Comitato Direttivo dell'Energia Nucleare che nel dicembre 1958 dava vita alla Agenzia Europea dell'Energia Nucleare (European Nuclear Energy Agency - ENEA) e alla Società Europea per il trattamento chimico dei combustibili irradiati, l'EUROCHEMIC, costituita su basi commerciali con la partecipazione di dodici Paesi ⁽⁶⁾.

L'opera svolta dagli organismi finora menzionati ha soprattutto carattere consultivo per i Governi degli Stati aderenti all'ONU e all'OECE, ma in ambito europeo e precisamente tra i sei Paesi della Piccola Europa è stata istituita già nel 1951 la Comunità Europea del Carbone e dell'Acciaio (CECA), in seno alla quale i problemi concernenti la fonte energetica primaria rappresentata dal carbone non soltanto formano oggetto di studi approfonditi e di raccomandazioni ai Governi aderenti, ma danno luogo a direttive che vincolano i Governi stessi; il trattato che istituisce questa Comunità, divenuto operante nel 1952 dopo la ratifica di tutti i Paesi aderenti, conferisce infatti esplicitamente al suo Esecutivo effettivi poteri di decisione sopranazionale.

Alla CECA si sono affiancate altre due Comunità Europee: la Comunità Economica e la Comunità dell'Energia Atomica, i cui trattati istitutivi, entrati in vigore il 1° gennaio 1958, non sono però espliciti quanto quello della CECA nello stabilire l'estensione dei poteri dei rispettivi organi esecutivi.

L'Euratom, destinato a svolgere la propria attività esclusivamente nel settore dell'energia nucleare, dovrà curare, attraverso l'Agenzia degli Approvvigionamenti, l'accesso dei Paesi membri alle disponibilità di materiali fertili e fissili con parità di diritti e di doveri; potrà farsi promotore della creazione di imprese comuni (ed in

effetti, già partecipa alla Società Eurochimic ed ha allo studio la costituzione di una impresa internazionale che dovrebbe realizzare il noto progetto della centrale nucleare franco-belga delle Ardenne). Esso ha inoltre il compito di assicurare il coordinamento degli investimenti dei Paesi membri e la facoltà di stabilire accordi di cooperazione con altri Paesi, come ha già fatto con gli Stati Uniti, l'Inghilterra, il Canada.

Alla Comunità Economica Europea spetta il compito estremamente vasto di coordinare tutte le attività produttive dei Paesi membri: e poichè la disponibilità di energia appare condizione indispensabile per lo sviluppo di gran parte di queste attività, è evidente che il problema dell'accesso alle fonti energetiche non potrà essere da essa trascurato.

Ad ogni modo, forse anche in conseguenza del fatto che due fonti primarie (carbone e combustibili nucleari) sono già oggetto di specifico interesse da parte delle altre due Comunità, non è ancora stabilito quale tra esse dovrà seguire da vicino i problemi connessi con l'approvvigionamento e la utilizzazione delle altre fonti e quale — soprattutto — dovrà assumere il compito di coordinare le diverse iniziative.

Non è da escludere che la grande importanza attribuita negli ambienti europei ai problemi del coordinamento energetico conduca alla creazione di una Comunità Europea dell'Energia, che si affiancherebbe alle tre esistenti ovvero alla costituzione di uno speciale Comitato Interesecutivo con funzioni preminentemente consultive.

I brevi cenni sull'interesse e l'impegno con cui in sede internazionale ci si dedica ai problemi energetici del presente e del futuro possono destare l'impressione che la molteplicità delle iniziative in questo campo vada determinando una indesiderabile dispersione di attività e di competenze. Personalmente ritengo in parte giustificata questa sensazione e sono portato ad auspicare un coordinamento fra le attività dei vari organismi internazionali menzionati ed altri ancora.

Ma tale coordinamento, lungi dal trovare espressione nella nascita di un altro organismo (perchè allora raggiungerebbe finalità opposta a quella auspicata), dovrebbe realizzare una sostanziale semplificazione, eliminando sovrapposizione di iniziative ed una migliore utilizzazione delle competenze poste dai vari Paesi al servizio della collaborazione internazionale che in campo energetico non solo è indispensabile, ma deve intensificarsi ed estendersi con lo stesso ritmo con cui aumentano i fabbisogni energetici.

Manoscritto pervenuto il 22 dicembre 1960.

⁽⁶⁾ Questa Società, che rappresenta un interessante esperimento di impresa industriale internazionale, potrà forse aprire la via a nuove forme di collaborazione.

La struttura dell'EUROCHEMIC, che ha già iniziato a Mol, in Belgio, la costruzione di un impianto per il trattamento chimico dei combustibili irradiati, è ispirata a quella delle Società per azioni; alla formazione del capitale azionario e alla gestione della Società possono partecipare sia imprese industriali private o pubbliche, sia enti o istituzioni nazionali o internazionali, sia direttamente i Governi dei singoli Paesi. Alla Società, che è pertanto ad economia mista, vengono assicurati i privilegi e le immunità necessarie a rimuovere ogni ostacolo al suo funzionamento.

METODO DI RILIEVO STROBOSCOPICO DELL'ANGOLO DI COPPIA DI UNA MACCHINA SINCRONA

FRANCESCO DI LECCE (*)

Viene descritta una nuova applicazione del metodo stroboscopico al rilievo dell'angolo di coppia di una macchina sincrona collegata in parallelo a una rete di potenza prevalente. I risultati ottenuti confermano l'utilità del metodo per lo studio sperimentale dei fenomeni che comportano rapide variazioni dell'angolo di coppia.

1. GENERALITÀ.

È noto che col termine angolo di coppia di una macchina sincrona viene indicato l'angolo, in gradi elettrici, che il vettore \vec{E}_0 , f.e.m. indotta a vuoto, forma col vettore \vec{V} , tensione ai morsetti della macchina.

Questa grandezza caratterizza la condizione di carico della macchina in relazione alla potenza reale erogata verso la rete o assorbita dalla rete, rispettivamente nel funzionamento da generatore o da motore; essa dà indicazione diretta della possibilità e del limite di sovraccaricabilità della macchina in riferimento alla propria stabilità.

La misura dell'angolo di coppia è stata finora eseguita con diversi metodi [1]. Di questi, alcuni richiedono l'inserzione di una macchina ausiliaria, di piccola potenza, collegata elettricamente o meccanicamente alla macchina in esame, per ottenere una grandezza elettrica nel primo caso, meccanica nel secondo, che risulti indipendente dalle variazioni di carico che subisce la macchina principale; altri, più semplici, applicano il principio generale che informa i metodi stroboscopici, col vantaggio di dare direttamente la misura della grandezza richiesta.

Nella realizzazione più semplice di questi metodi, che potremmo definire diretti, nel caso di una macchina sincrona collegata in parallelo a una rete di potenza prevalente, calettando sull'albero della macchina sincrona un disco graduato e illuminando il disco ad intervalli costanti, fissati dalla frequenza della rete di potenza prevalente, si legge sul disco l'angolo meccanico di cui l'asse magnetico dell'induttore avanza o ritarda, per ogni determinata condizione di carico, rispetto a una condizione iniziale di riferimento. Interponendo tra rete e sorgente dei guizzi luminosi un variatore di fase, la lettura dell'angolo può essere eseguita sul quadrante graduato del variatore di fase.

Questo metodo di misura ha avuto frequenti applicazioni e si è via via perfezionato raggiungendo un grado notevole di precisione. Questo risultato è stato ottenuto principalmente riducendo fino a qualche microsecondo la durata Δt dei guizzi luminosi emessi dalla lampada stroboscopica; viene così limitato lo spostamento angolare che subisce il disco in questo intervallo e ridotto l'errore che ne consegue. Per es. per $\Delta t = 1 \mu s$, su una macchina sincrona a 1500 giri/min, l'errore risulta minore di 2'. Cura particolare deve essere posta nella eliminazione delle eventuali armoniche presenti nella tensione di alimentazione della lampada, per l'influenza che possono avere nel determinare l'istante del valore massimo della ten-

sione risultante e quindi quello d'innesco del guizzo luminoso.

La lettura diretta dell'angolo di coppia, fatta al disco o al quadrante graduato del variatore di fase, non si presta, evidentemente, all'esame di fenomeni che comportano variazioni rapide, nel tempo, dell'angolo stesso, quali, in particolare, i fenomeni transitori conseguenti a brusche variazioni di carico sulla macchina.

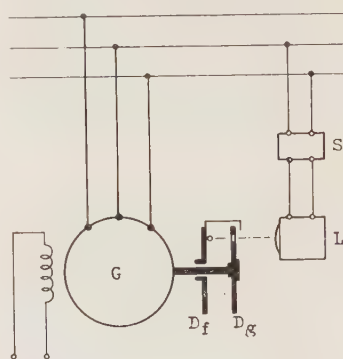


Fig. 1.

G, generatore sincrono; D_f , disco fisso, con cellula fotoelettronica e indice di riferimento; D_g , disco graduato, calettato sull'albero della macchina; L, stabilizzatore di tensione; S, stroboscopio.

Nei primi tentativi [2] fatti per l'estensione del metodo al rilievo dell'angolo di coppia durante questi fenomeni transitori, si sostituiva all'osservatore una macchina fotografica che riprendeva, a intervalli regolabili ma indipendenti dalla frequenza degli impulsi emessi dalla lampada, il disco calettato sull'albero della macchina, un indice di riferimento fisso rispetto allo statore della macchina e il quadrante di un orologio; la lettura dell'an-

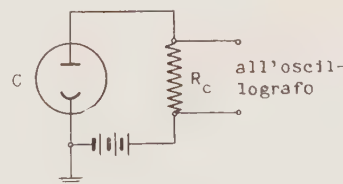


Fig. 2.

C, cellula fotoelettronica; R_c , resistenza di carico.

golo di coppia β sul disco e del tempo sull'orologio, fatta sui fotogrammi, consentiva di costruire la caratteristica $\beta = f(t)$.

Un metodo successivo, perfezionato [3], sostituiva alla ripresa fotografica la ripresa cinematografica, sincronizzata con l'accensione della lampada stroboscopica.

Allo scopo di ridurre la laboriosità insita nei metodi descritti è stato studiato e attuato un dispositivo che consente di ottenere, in modo relativamente semplice, il rilievo e la registrazione oscillografica dell'angolo di coppia.

(*) Ing. FRANCESCO DI LECCE, dell'Istituto di Elettrotecnica della Facoltà di Ingegneria di Bari.

2. DESCRIZIONE DEL METODO.

Come nei metodi stroboscopici noti, un disco graduato, calettato sull'albero della macchina, è illuminato frontalmente da una lampada stroboscopica, che

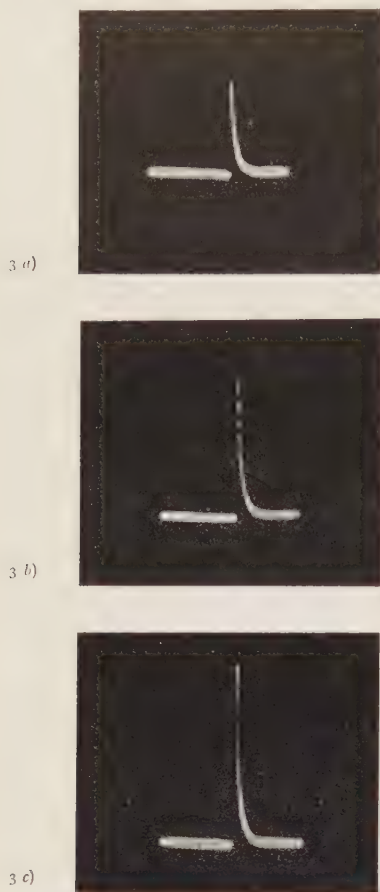


Fig. 3. — Impulso di tensione ai capi della resistenza di carico del tubo fotoelettronico, corrispondente all'angolo di coppia.
 $\beta = 10^\circ$ el. (fig. 3 a); $\beta = 15^\circ$ el. (fig. 3 b); $\beta = 20^\circ$ el. (fig. 3 c).

stesso e avente la forma di un arco di corona circolare relativamente stretta nel senso radiale e allungata in senso trasversale, attraverso la quale la luce emessa dalla lampada stroboscopica colpisce la superficie sensibile di un tubo fotoelettronico mantenuto, posteriormente al disco ruotante, in posizione invariabile rispetto allo statore della macchina, per esempio perchè sostenuto da un braccio o da un altro disco fisso rispetto allo statore stesso.

Evidentemente l'ampiezza del segnale fornito dal tubo è proporzionale all'area della superficie sensibile ricoperta dalla finestra mobile nell'istante di emissione del guizzo luminoso e quindi dà una misura della posizione angolare del disco mobile nell'istante stesso.

Le dimensioni della finestra vanno scelte in relazione alla forma ed estensione della superficie sensibile del tubo fotoelettronico, la quale conviene sia di forma allungata nel senso trasversale, così da essere ben ricoperta dalla finestra stessa.

Partendo, per esempio, dalla condizione di macchina sincrona a vuoto sulla rete di potenza prevalente, e quindi di angolo di coppia $\beta = 0$, si può regolare la posizione del disco fisso in modo che la finestra del disco mobile venga a trovarsi a ogni guizzo in una posizione limite tale che la luce raggiunge la superficie sensibile del tubo soltanto se si produce una piccolissima variazione della posizione angolare del disco stesso. In tali condizione l'ampiezza degli impulsi di tensione ai capi della resistenza di carico R_c si riduce a zero.

Caricando ora la macchina da generatore o da motore, il rotore avanza o ritarda dell'angolo di coppia corrispondente $\Delta\beta$; la lampada stroboscopica illumina attraverso la finestra del disco mobile, un elemento di superficie sensibile del tubo uguale a

$$\Delta S = \varrho \cdot d \cdot \Delta\beta$$

essendo ϱ il raggio della linea d'asse della finestra, d l'altezza radiale della finestra. L'impulso di tensione risultante ai capi della resistenza di carico del tubo, di ampiezza proporzionale all'area della superficie ΔS illuminata e quindi all'angolo di coppia, può essere applicato a un oscillografo catodico o, per la registrazione contemporanea ad altre grandezze, a un oscillografo elettromagnetico.

La taratura del dispositivo si esegue ovviamente leggendo, per diversi carichi, i valori dell'angolo di coppia

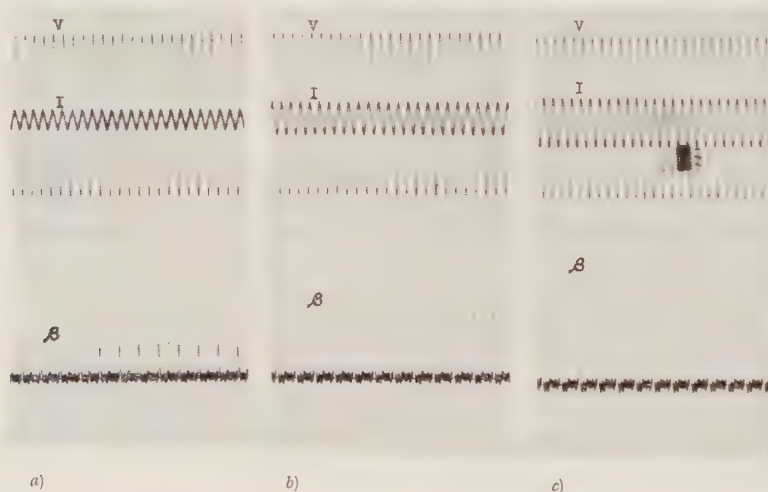


Fig. 4. — Impulso di tensione ai capi della resistenza di carico del tubo fotoelettronico, corrispondente all'angolo di coppia.
 $\beta = 9^\circ$ el. (fig. 4 a); $\beta = 18^\circ$ el. (fig. 4 b); $\beta = 28^\circ$ el. (fig. 4 c).

fornisce guizzi luminosi di durata brevissima, sincronizzati con la rete di potenza prevalente. La posizione del disco nell'istante, in cui viene illuminato, viene determinata mediante una finestra, praticata nel disco

al disco graduato rispetto a un indice di riferimento e rilevando all'oscillografo le ampiezze degli impulsi corrispondenti.

Nelle figure 3 e 4 sono riportate due serie di oscillo-

grammi di impulsi di tensione risultanti ai capi della resistenza di carico del tubo fotoelettronico, corrispondenti a valori crescenti dell'angolo di coppia, rilevati all'oscillografo catodico o rispettivamente registrati all'oscillografo elettromagnetico.

Nella figura 4 sono riportati insieme gli oscillogrammi della corrente e della tensione ai morsetti della macchina sincrona.

La curva di taratura riportata in fig. 5 si riferisce ai

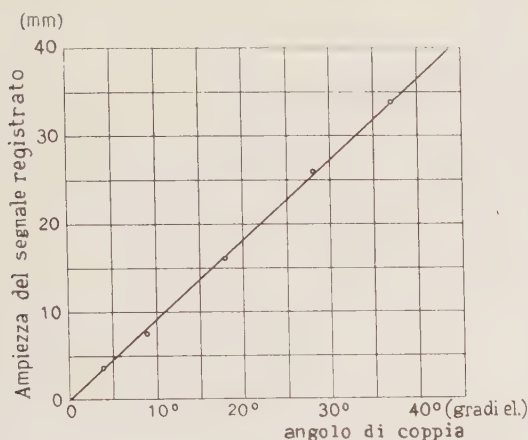


Fig. 5.

rilievi eseguiti su una macchina sincrona da 5 kVA, 220 V, 50 Hz, a poli salienti, con 2 coppie polari. È stato usato un disco graduato da 20 cm di diametro, con graduazioni di 30' in 30'. L'elemento sensibile era costituito da un tubo fotoelettronico a gas, con area della superficie sensibile di 2,4 cm², la sorgente luminosa dalla lampada di uno stroboscopio General Radio alimentato dalla rete a 220 V tramite uno stabilizzatore di tensione a ferro saturo. Gli impulsi di tensione risultanti ai morsetti della resistenza di carico del tubo sono stati registrati con un oscillografo elettromagnetico Hathaway.

3. RISULTATI SPERIMENTALI E LORO ESAME.

Le figure 6 e 7, relative alla macchina già citata funzionante da generatore connesso alla rete stradale a 220 V, riportano, a titolo di esempio, gli oscillogrammi di corrente di eccitazione, tensione ai morsetti e corrente di indotto, angolo di coppia, per una variazione del carico in aumento dal 25 % al 65 % del carico nominale e una analoga variazione in diminuzione tra gli stessi limiti, per due diverse condizioni di eccitazione.

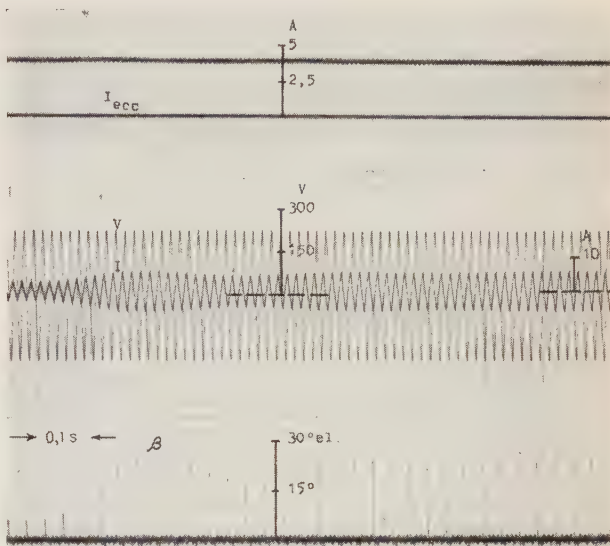
La zona utile dell'oscillogramma dell'angolo di coppia è quella superiore alla linea di zero, intervenendo, intorno alla linea di zero e nella parte inferiore ad essa, alcuni disturbi introdotti dall'amplificatore che adatta il segnale raccolto ai capi della resistenza di carico del tubo fotoelettronico alle caratteristiche dell'equipaggio oscillografico. L'inserzione dell'amplificatore, che costituisce una complicazione dello schema per la registrazione, può essere evitata quando si ricorra all'uso di equipaggi di adatta sensibilità.

Gli oscillogrammi dell'angolo di coppia, col loro inviluppo, mostrano la legge di variazione, nota, di quell'angolo, per tali fenomeni. Essi mettono chiaramente in evidenza l'influenza determinante che ha sull'andamento del fenomeno di pendolazione il valore della corrente di eccitazione; a parità di variazione di carico, l'ampiezza della pendolazione iniziale risulta ridotta al crescere di essa, a vantaggio della stabilità della macchina. Inoltre, a parità di corrente di eccitazione, la durata del fenomeno di pendolazione è diversa per aumento o diminuzione di carico, risultando diversa l'entità delle azioni di smorzamento.

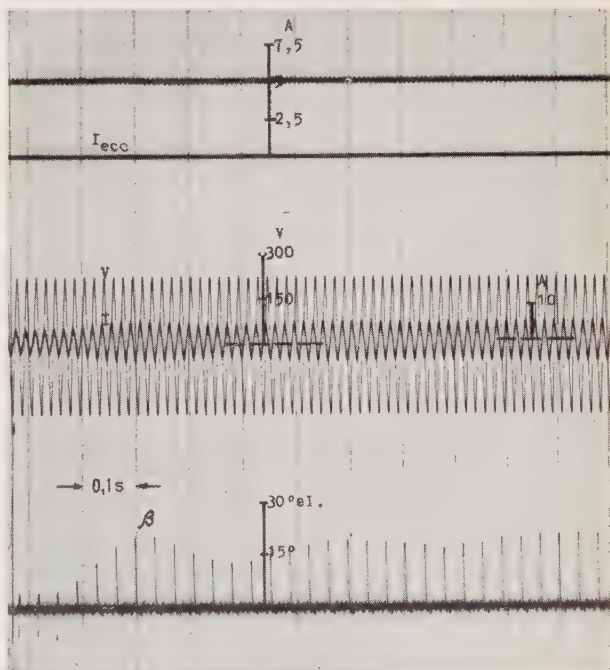
Il metodo proposto consente di eseguire la misura e la

registrazione dell'angolo di coppia in maniera relativamente semplice, non richiedendo l'inserzione di macchine ausiliarie e la elaborazione, successiva alla misura, dei dati ricavati. La rapidità di risposta del tubo fotoelettronico consente di seguire agevolmente anche rapide variazioni dell'angolo di coppia dovute a brusche variazioni di carico sulla macchina.

Il grado di precisione ottenibile è determinato dalle caratteristiche dei guizzi luminosi emessi dalla sorgente, per quanto si riferisce particolarmente alla loro durata Δt , da ridurre quanto è più possibile, come si è già detto e alla loro costanza in ampiezza nel tempo, che può essere compromessa da variazioni nella tensione della rete di alimentazione. Mentre alla prima esigenza risponde già l'attuale produzione di apparecchiature stroboscopiche,



a)

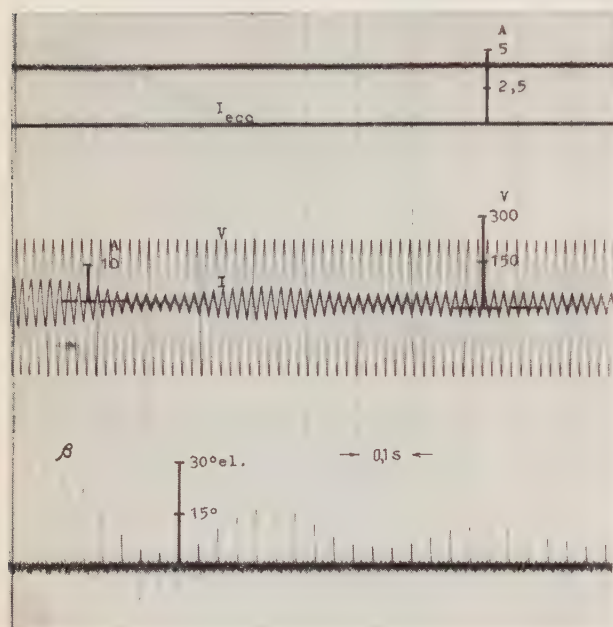


b)

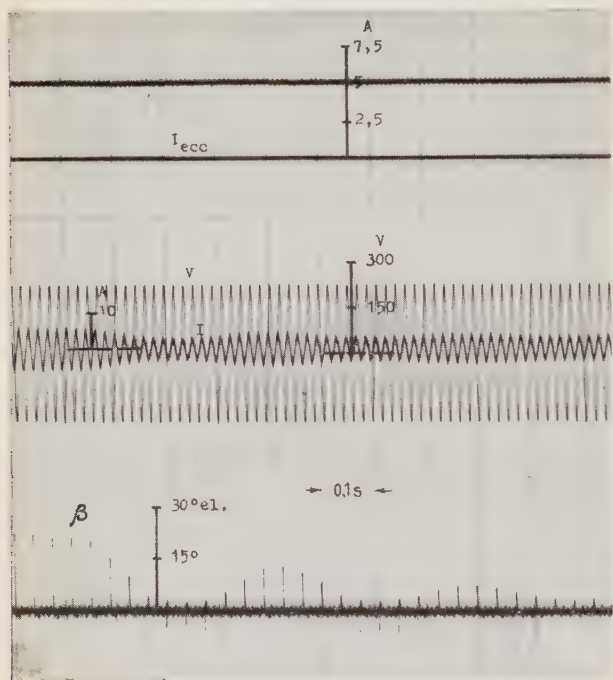
Fig. 6. — Transitorio dovuto a variazione di carico in aumento — macchina funzionante da generatore sulla rete a 220 V.
per $I_{ecc} = 3,9$ A (fig. 6 a); per $I_{ecc} = 5,1$ A (fig. 6 b).

che realizzano durate dell'ordine del microsecondo, per la seconda è necessario ricorrere alla inserzione tra rete e sorgente luminosa, di uno stabilizzatore di tensione munito di filtri per le armoniche più importanti, in particolare la 3^a e la 5^a [4].

Un altro accorgimento utile per il miglioramento dei risultati ottenibili può essere quello di usare, per misure su macchine lente, un disco stroboscopico con un numero di finestre crescente col numero delle coppie polari per ridurre, entro limiti convenienti, l'intervallo tra gli impulsi di tensione ricavabili ai capi della resistenza di carico del tubo fotoelettronico; questa esigenza è maggiormente sentita nel rilievo dell'angolo di coppia durante fenomeni transitori rapidi.



a)



b)

Fig. 7. — Transitorio dovuto a variazione di carico in diminuzione — macchina funzionante da generatore sulla rete a 220 V. per $I_{ecc} = 3,9$ A (fig. 7 a); per $I_{ecc} = 5,1$ A (fig. 7 b).

Una applicazione di questo metodo è attualmente in corso su una macchina sincrona da 1000 kVA, 550 V, 50 Hz, con 8 coppie polari, per lo studio sperimentale dei fenomeni transitori seguenti a brusche variazioni di carico.

Il metodo descritto consente, con la opportuna disposizione iniziale del disco fisso, di eseguire il rilievo dell'angolo di coppia nel quadrante positivo o nel quadrante negativo, cioè per macchina funzionante da generatore

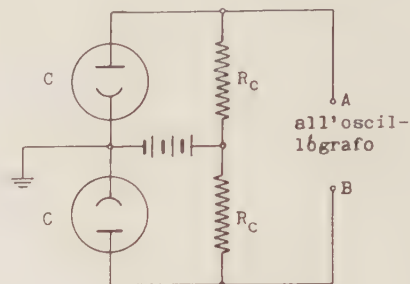


Fig. 8.

C, cellule fotoelettroniche; R_C , resistenze di carico.

o da motore. A tale riguardo, il dispositivo è applicabile al rilievo dell'angolo di coppia per tutte le possibili condizioni di funzionamento della macchina.

È sufficiente perciò l'adozione dello schema di fig. 8 che comprende due tubi fotoelettronici dello stesso tipo, collegati in opposizione. Essi vengono montati sul disco fisso, disponendoli uno di seguito all'altro secondo l'andamento della finestra praticata sul disco mobile, che ha in questo caso uno sviluppo adeguato.

Regolando inizialmente la posizione del disco fisso in modo che le superfici sensibili dei due tubi siano completamente scoperte rispetto alla lampada stroboscopica, l'ampiezza dell'impulso di tensione risultante ai capi A e B delle resistenze di carico è nulla. Facendo corrispondere questa situazione alla condizione di macchina funzionante a vuoto sulla rete, lo spostamento in anticipo o in ritardo dell'asse magnetico dell'induttore darà luogo a impulsi di tensione risultanti positivi o negativi tra A e B, corrispondenti a valori positivi o negativi dell'angolo di coppia.

Per gentile accordo con l'Istituto di Elettrotecnica della Facoltà di Ingegneria di Bari, lo studio e la attuazione del dispositivo descritto sono stati eseguiti presso l'Istituto Elettrotecnico Nazionale «Galileo Ferraris» di Torino. Qui si ringraziano vivamente la Direzione dell'Istituto e il Reparto di Elettromeccanica per l'ospitalità e l'incoraggiamento ricevuti durante la esecuzione del lavoro; un cordiale ringraziamento va all'ing. Andrea Abete, dello stesso Reparto, per la efficace collaborazione prestata.

Manoscritto pervenuto il 25 luglio 1960

BIBLIOGRAFIA

- [1] F. MALUSARDI: *Misura dell'angolo di coppia nelle macchine sincrone*. - «L'Elettrotecnica», 1940, pag. 114.
M. PICCHI: *Sulla misura dell'angolo di coppia nella macchina sincrona*. - «Rendiconti della LI Riun. ann. A.E.I.», Bologna, 1950, mem. n. 109.
A. VALLINI: *Misura di piccoli angoli di coppia nelle macchine sincrone*. - Idem, mem. n. 135.
- [2] H. E. EDGERTON: *Stroboscopic moving pictures*. - «Electrical Engineering», 1931, pag. 327.
- [3] E. B. POWELL: *Etude de comportement des turboalternateurs à vapeur par les méthodes stroboscopique*. - «C.I.G.R.E.», 1956, rap. n. 101.
- [4] E. B. POWELL, M. E. HARPER: *Generator rotor angle measurement by stroboscopic means*. - «Proc. I.E.E.», 1958, part A, pag. 609.

COMPLESSI DI MISURA DI CONTATORI E RIDUTTORI DI CORRENTE AD AMPIO AMBITO DI MISURA

O. MONTEL (*)

Dopo aver constatato che i TA generalmente presentano errori accettabili anche ai carichi inferiori del 10 % della corrente nominale, viene descritto un complesso di misura con TA e contatori ad ampio campo di misura. Adottando contatori con portata amperometrica nominale inferiore a quella secondaria dei TA è possibile estendere il campo di misura anche sotto il 10 % di I_n . È possibile così, impiegando contatori sovraccaricabili insieme a TA con opportune portate amperometriche, poter realizzare dei complessi di misura con un campo di misura eguale a quello dei contatori.

Viene descritto infine un contatore trifase con indicatore di massima particolarmente adatto a tale scopo.

La tendenza della moderna tecnica dei contatori elettrici è di aumentare il più possibile la loro portata amperometrica e di conseguenza il loro campo d'impiego, mantenendo la loro precisione entro limiti accettabili. Tali tipi di contatori denominati contatori sovraccaricabili, vengono dimensionati in modo da poter sopportare carichi pari a 200, 300, 400 % o più della loro corrente nominale I_n . Normalmente la corrente d'avviamento dei contatori a causa degli attriti nei supporti e nell'integratore varia da 0,3 a 0,4 % di I_n , per cui essi presentano una precisione ancora accettabile per un carico minimo pari a 5 % di I_n . Il campo di misura è quindi limitato per i bassi carichi dalla loro costruzione meccanica, mentre per gli alti carichi dal sovrariscaldamento del circuito amperometrico.

Il comportamento dei TA per quanto riguarda la sovraccaricabilità, è analogo a quello dei contatori. Anche qui la portata amperometrica è limitata dalla sovratemperatura massima ammissibile dagli avvolgimenti. Ben diverse sono invece le condizioni di funzionamento dei TA a bassi carichi. Qui in luogo degli attriti che limitano l'impiego dei contatori ai piccoli carichi, subentrano le caratteristiche magnetiche del nucleo.

I limiti estremi del campo di misura per i TA è stato fissato a suo tempo dal CEI rispettivamente del 10 % I_n e 120 % di I_n . Per carichi inferiori al 10 % di I_n non è stata fatta alcuna indicazione degli errori. Ciò è dovuto al fatto che al tempo in cui vennero fissate le norme non si aveva a disposizione un'apparecchiatura di prova sufficientemente sensibile che permettesse di ottenere risultati attendibili anche ai piccoli carichi.

Dipendendo la bontà dei TA in misura notevole dalle qualità magnetiche del nucleo e poichè, a suo tempo, non erano disponibili che i comuni lamierini al ferro-silicio, si ritenne che per carichi inferiori del 10 % di I_n gli errori aumentassero rapidamente rendendo i TA inutilizzabili entro tale campo di misura. Per le ragioni suddette la costruzione di TA per i normali fabbisogni dell'industria che presentano una precisione sufficiente anche per carichi inferiori del 10 % di I_n , non è stata ancora presa in considerazione.

Con la costruzione dei contatori sovraccaricabili si fece ben presto manifesta la necessità di mettere sul mercato

anche TA capaci di essere sovraccaricati nella stessa misura dei contatori. Essendo però il riscaldamento, che aumenta col quadrato della corrente, il fattore principale che determina la sovraccaricabilità degli avvolgimenti, la convenienza economica nella costruzione di tali tipi di TA rimane limitata a valori relativamente modesti della sovracorrente.

Per poter realizzare quindi un complesso di misura con contatori e riduttori di corrente che potesse utilizzare tutto il campo di misura dei contatori sovraccaricabili, era necessario, per arrivare ad una soluzione economicamente possibile, cercare un'altra via.

È nata così l'idea di esaminare la possibilità d'impiego dei TA anche sotto il 10 % di I_n .

La fig. 1 (curve a) rappresenta le curve degli errori di rapporto e d'angolo di un TA della classe P costruito

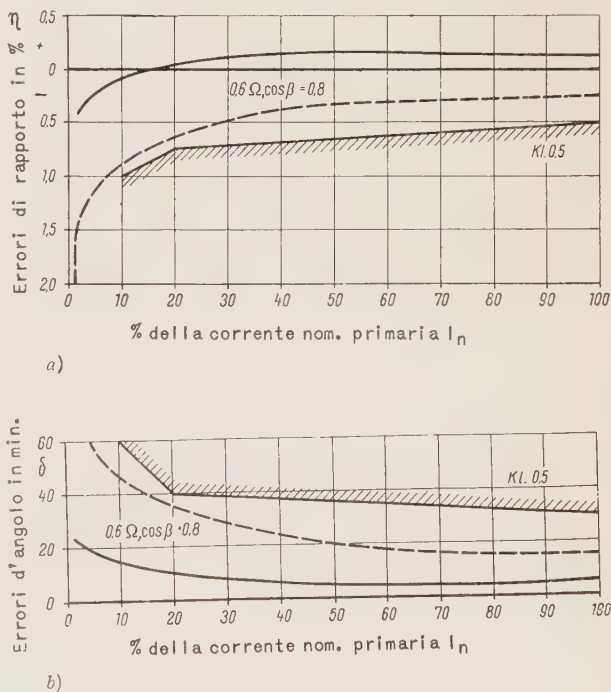


Fig. 1. — Curve degli errori di un TA/5A
— — — a con nucleo in lega ferro-silicio
———— b con nucleo in lega ferro-nichel.

nel 1932 che è stato scelto come esempio per i suoi errori relativamente elevati ai bassi carichi.

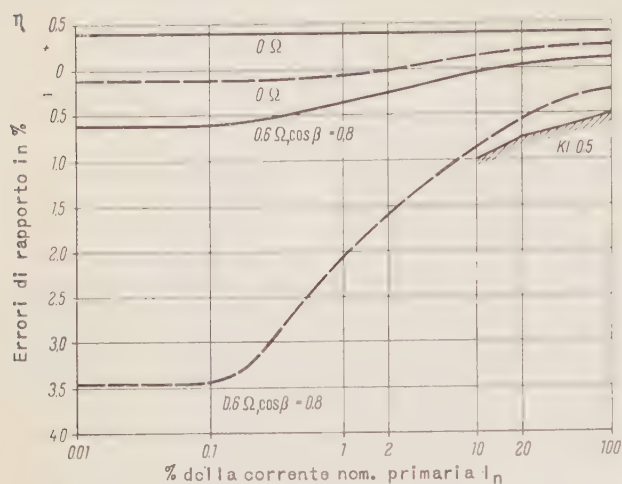
Osservando più attentamente le curve al di sotto del 10 % di I_n si vede che, secondo la fig. 2 (curve a), per un carico eguale a 0,1 % di I_n l'errore di rapporto è uguale a — 3,5 % mentre l'errore d'angolo risulta uguale a + 190'.

Questi errori per carichi così modesti, potrebbero ancora essere accettabili dato anche che nella maggior parte dei casi i TA verranno quasi sempre a funzionare con

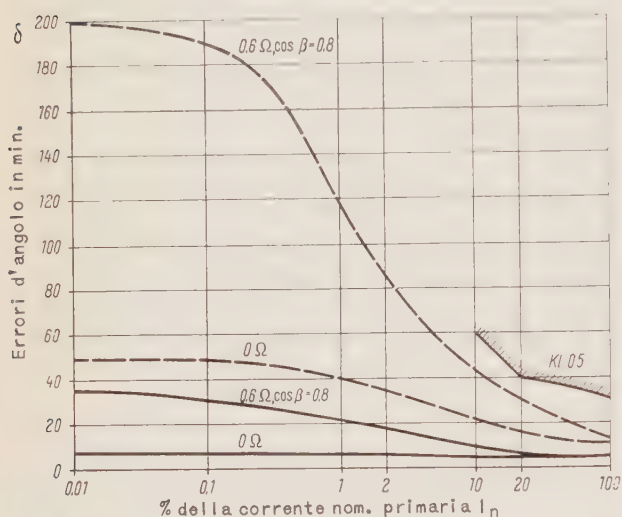
(*) P.i. OTTO MONTEL, della EWAG, Energie-und Wasserversorgung AG, Norinberga.

una prestazione inferiore a quella nominale per cui anche gli errori saranno minori ai valori su indicati.

È da notare inoltre che le due curve, ai bassi carichi, hanno un andamento divergente e che quindi in una mi-



a)



b)

Fig. 2. — Curve degli errori di un TA-5A.

— — — a con nucleo in lega ferro-silicio
— — — b con nucleo in lega ferro-nichel.

sura wattmetrica l'errore di rapporto viene compensato in parte dall'errore d'angolo. Applicando infatti la nota formula:

$$E = \eta + 0,291 \cdot \text{tg } \varphi \cdot \delta$$

dove E rappresenta l'errore complessivo della misura, η l'errore di rapporto e δ l'errore d'angolo risulta che per un $\cos \varphi = 0,5$ e $I = 0,1\%$ di I_n , $E = +6\%$. Per sfasamenti minori di 60° gli errori diminuiscono e per $\cos \varphi = 1$ l'errore risultante diventa eguale a quello di rapporto η che nel nostro caso è eguale a $-3,5\%$. Naturalmente ciò è valido solo per carichi induttivi; per carichi capacitivi invece, cambiando segno il secondo membro dell'equazione, gli errori aumentano coll'aumentare dello sfasamento.

Errori alquanto minori presentano i TA di recente costruzione.

Nella fig. 1 (curva b) sono stati riportati gli errori d'angolo e di rapporto di uno di questi. Il suo nucleo è costituito da una lega al ferro-nichel e può essere formato, secondo le esigenze, da uno o più anelli di nastro avvolto di eguali o differenti caratteristiche magnetiche.

Esso presenta curve degli errori molto distese i cui valori sono sensibilmente inferiori a quelli prescritti per la classe P. Nella fig. 2 (curve b) si può osservare con più chiarezza l'andamento di queste curve al di sotto del 10% di I_n . Gli errori d'angolo δ e di rapporto η , per un carico eguale a $0,1\%$ di I_n , alla prestazione nominale, risultano $\delta = +30'$ e $\eta = -0,6\%$. Errori senz'altro accettabili, tanto più che carichi primari così esigui ben difficilmente si verificheranno in pratica. È da tenere inoltre presente, come già sopra detto, che i riduttori generalmente non verranno a funzionare con la loro massima prestazione e di conseguenza anche gli errori saranno ancora minori.

Mentre le curve della fig. 1 sono state rilevate fino al 2% di I_n con i metodi di misura tradizionali, le curve della fig. 2 sono state calcolate mediante l'ausilio del diagramma di Möllinger-Geweke verificando i risultati con i metodi analitici del Goldstein e Bauer.

Visto il soddisfacente risultato di questo primo esame, sono state eseguite diverse misure sistematiche su TA della classe P di vecchia e recente costruzione adottando un indicatore dello zero ad elevata sensibilità che ha permesso di ottenere ancora risultati affidabili per correnti primarie eguali a $0,01\%$ di I_n .

Queste misure hanno mostrato che sia gli errori d'angolo come quelli di rapporto, per la quasi totalità dei TA esaminati, si trovavano ancora all' 1% di I_n entro i limiti prescritti dalle norme CEI. Se si tiene presente che gli errori dei TA sono pressoché direttamente proporzionali alla prestazione ed inversamente proporzionali alla permeabilità e volume del ferro come al quadrato delle amperspire e che i TA di vecchia costruzione normalmente sono muniti di un nucleo con un volume di ferro doppio ed un numero di amperspire doppio o triplo rispetto ai TA di recente costruzione, non esiste alcuna ragione di doversi meravigliare se anche i TA di vecchia data presentano errori accettabili ai piccoli carichi.

È stato così dimostrato, contrariamente a quanto era stato supposto, che il campo di misura dei TA può essere allargato fino all' 1% di I_n senza per questo superare i limiti degli errori ammessi dalle norme.

È così possibile, impiegando contatori con portata amperometrica inferiore a quella nominale secondaria dei TA, di utilizzare il campo di misura di questi ultimi anche sotto il 10% di I_n .

Il vantaggio che un tale complesso di misura offre è la sua adattabilità all'impianto per aumenti o diminuzioni di carico anche notevoli senza dover cambiare di volta in volta i TA. Inoltre scegliendo i TA per una corrente primaria 2, 3 o 5 volte superiore a quella nominale dell'impianto e i relativi contatori con una portata amperometrica rispettivamente eguale a 2,5 2 o 1 A la resistenza alle sollecitazioni dinamiche e termiche delle correnti di corto-circuito del gruppo di misura viene notevolmente aumentata.

Un tale complesso di misura potrebbe essere costituito, per es., da un contatore trifase da 1 (4) A sovraccaricabile cioè del 400% e TA con un rapporto di trasformazione $\eta = 500/5$ A. Si potrebbe così utilizzare per la misura i TA dall' 1% di I_n al 120% di I_n o, se trattasi di TA sovraccaricabili del 200% , 200% di I_n , che corrisponderebbe a correnti primarie da 5 a 600 o 1000 A e correnti secondarie da 0,05 a 6 o 10 A.

Il campo di misura per il contatore si estende invece da 0,05 A (5% di I_n) a 4 A (400% di I_n). Sarebbe così possibile misurare l'energia di un impianto con sufficiente precisione, per correnti primarie minime di 5 A e massime di 400 A. Per correnti maggiori ai 400 A basterebbe sostituire il contatore con uno di portata amperometrica maggiore, per es. 1,5 (6) A. In questo caso il campo di misura si estenderà da 7,5 a 600 A. Con un contatore sovraccaricabile del 600% sarebbe invece possibile affermare tutto il campo di misura da 5 a 600 A.

Da quanto fin qui detto risulta che il campo d'impiego dei TA si può estendere notevolmente. Infatti, mentre per un normale complesso di misura si devono sostituire i TA per ogni sensibile variazione del carico dell'impianto dovuto ad ampliamento di questo o diminuzione della potenza contrattuale, ciò non è necessario per il gruppo di misura su descritto.

Solo in casi eccezionali, dove la capacità dell'impianto viene variata notevolmente si dovrà cambiare il contatore con uno di portata amperometrica maggiore o minore. Se si tiene presente che il cambio dei TA è sempre legato a spese e ad interruzioni di corrente più o meno lunghe, non è difficile valutare i vantaggi economici offerti dall'impiego di tali gruppi di misura.

Normalmente un complesso di misura è composto da un contatore trifase con indicatore di massima ed un contatore trifase di energia reattiva. Era necessario perciò, per raggiungere lo scopo prefissato, costruire questi contatori sovraccaricabili nella stessa misura dei normali contatori di comune impiego. Mentre per i contatori d'energia reattiva sovraccaricabili con sfasamento interno di 90° o 60° , i primi adatti per impianti trifasi con neutro e i secondi adatti per impianti trifasi senza neutro, non s'incontravano grandi difficoltà per la loro realizzazione, per i contatori trifasi con indicatore di massima sovraccaricabili, invece, era necessario congegnare il dispositivo indicatore del massimo carico in modo da poter garantire una sufficiente precisione della lettura anche ai piccoli carichi. Usualmente il valore di fine scala dell'indicatore di massima è riferito alla massima sovraccaricabilità del contatore. Così per un contatore sovraccaricabile del 400 % esso sarà eguale o poco superiore per una corrente pari a $4 I_n$, tensione nominale e $\cos \varphi = 1$. Ne risulta che già alla corrente nominale la deviazione dell'indice sarà al massimo di $1/4$ rispetto al valore di fondo scala. Per valori della corrente inferiore ad I_n la sua deviazione sarà logicamente ancora minore.

È chiaro che la precisione della misura per deviazioni

numeratore che permettesse la lettura anche delle frazioni delle unità di potenza. Non è qui il caso di descrivere i vari accorgimenti adottati e i dispositivi realizzati, tuttavia il contatore trifase con indicatore di massima a tre, o a quattro fili ideato e realizzato dalla casa Siemens ed illustrato dalle figg. 3 e 4 merita una breve descrizione.



Fig. 3.

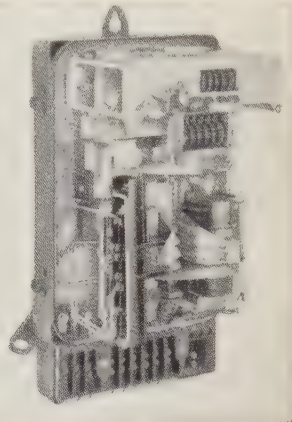


Fig. 4.

Contatore con indicatore di massima sovraccaricabile del 400%.

Nei suoi elementi essenziali, il dispositivo indicatore di massima è costituito da un disco a ventola 25 (fig. 5) accoppiato all'albero 24 del contatore.

Per ogni frazione di giro del disco viene liberato l'arresto 29 permettendo all'albero del motorino sincrono di compiere un giro. Il moto rotativo dell'indotto del contatore viene così trasmesso sotto forma di impulsi all'indice 5 a e tramite l'accoppiamento a dischi II, al-

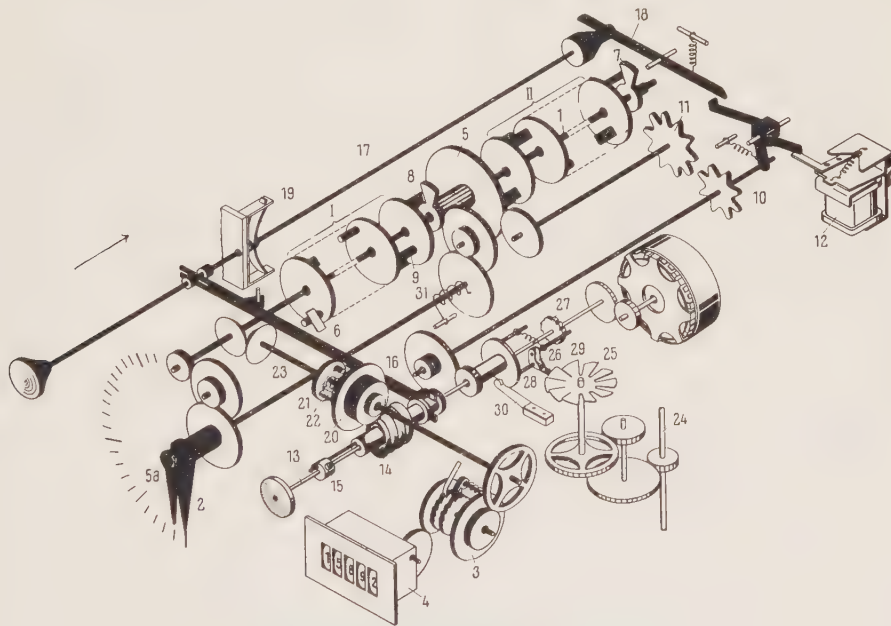


Fig. 5. — Dispositivo dell'indicatore di massima del contatore di fig. 4.

così piccole dell'indice non è più contenuta entro limiti accettabili; per tale ragione è stato necessario modificare opportunamente il dispositivo indicatore di massima. Sebbene questo problema abbia dato luogo a diverse soluzioni, la via seguita dalle varie fabbriche di contatori è stata sempre la medesima: quella di accoppiare opportunamente il dispositivo indicatore di massima con un

l'indice 2. Terminato il periodo di misura (normalmente 15 min), l'orologio di contatto diseccita il relè 12 disaccoppiando le ruote dentate 10 e 11.

L'indice 5 a viene riportato dalla molla 31 nella sua posizione di zero e con esso anche i dischi dell'accoppiamento I che hanno subito una rotazione proporzionale a quella dell'indice.

L'indice 2 invece, rimane nella sua posizione finale mentre i dischi dell'accoppiamento II vengono ruotati della stessa misura ma in direzione opposta a quelli dell'accoppiamento I, accumulando così tutti gli impulsi trasmessi dal contatore. All'atto della lettura il letturista dovrà premere il bottone di rimessa a zero degli indici azionando con ciò la leva 18 e disaccoppiando così le ruote 10 e 11.

L'indice 5 a, per azione della molla 31, ritornerà nella sua posizione di zero. L'indice 2 invece verrà riportato nella sua posizione iniziale dal motorino sincrono che viene accoppiato ad esso mediante l'azione della leva 16 che ingrana la vite senza fine 14 con la ruota dentata 20. Nel contempo i rulli del numeratore 4 verranno spostati di un'entità corrispondente all'angolo di rotazione dell'indice. Ritornato l'indice 2 nella sua posizione di zero, anche i dischi dell'accoppiamento II avranno raggiunto la loro posizione iniziale. L'albero 1 verrà quindi bloccato dall'arresto 6, la vite senza fine 14 verrà spinta dalla ruota dentata 20, e con essa anche l'asta di comando 17 nella sua posizione di riposo ristabilendo così le condizioni iniziali.

In questo contatore l'errore della lettura della potenza, per il sovraccarico massimo del 400 % di I_n risulta minore di $\pm 0,01$ %. Inoltre, grazie alla particolare costruzione del dispositivo indicatore di massima, sono state eliminate quasi completamente le cause d'errore dovute agli attriti di questo, raggiungendo così un elevato grado di precisione della misura, anche ai piccoli carichi.

Resta infine ancora da osservare che i complessi di misura composti da contatori con una portata amperometrica inferiore a quella nominale secondaria dei relativi TA, a causa della maggiore impedenza delle bobine amperometriche, richiedono una maggiore prestazione. Tuttavia anche nei casi più sfavorevoli, come per es. un contatore di vecchia data da 1 A con una impedenza delle bobine amperometriche di 1 Ω , sovraccaricabile del 150 % e $1 \times 1,5^2 = 2,25$ VA di assorbimento massimo, la prestazione richiesta ai TA, sebbene non più trascurabile, rimane sempre contenuta entro piccoli valori.

Manoscritto pervenuto il 6 settembre 1960.

BIBLIOGRAFIA

- MÖLLINGER: *Wirkungsweise der Motorzähler und Messwandler*. - Springer, Berlin, 1925.
 BAUER: *Die Messwandler, Grundlagen, Anwendung und Prüfung*. - Springer, Berlin, Göttingen, Heidelberg, 1953.
 GOLDSTEIN: *Die Messwandler, ihre Theorie und Praxis*, Birkhäuser, Basel, 1952.
 G. STAUBER u. F. WELHÖFER: *Grossbereich-Stromwandler-Zähler, Verrechnungszählersätze mit «weitem» Messbereich oder hoher Kurzschlussfestigkeit*. - «Siemens Zeitschrift» 29 Jahrgang, September 1955.
 SCHMIDT: *Ein neuer Maximumzähler mit einem Maximumwerk hoher Anzeigegenauigkeit*. - «Siemens Zeitschrift», 32 Jahrgang, März 1958.

IL COLLEGAMENTO TELEFONICO SOTTOMARINO A 60 CANALI FRA IL CONTINENTE E LA SARDEGNA

G. PALANDRI - R. MONELLI (*)

Dopo una breve descrizione del sistema, dei ripetitori e del cavo adottati per il collegamento telefonico sottomarino a 60 canali fra il Continente e la Sardegna, si descrivono le diverse fasi di fabbricazione del cavo mettendo in rilievo le severe tolleranze costruttive imposte dagli stretti limiti desiderati per l'attenuazione.

Vengono descritte e commentate le varie operazioni di misura e di verifica nelle diverse fasi di lavorazione e sul cavo finito illustrando i risultati ottenuti. Si descrive quindi l'operazione di completamento del cavo con l'inserzione dei ripetitori sottomarini.

Infine, vengono brevemente descritte le operazioni di posa del cavo: operazioni preliminari, scelta del tracciato, determinazione della temperatura del fondo marino necessaria per prevedere l'attenuazione del cavo dopo la posa, messa a punto del metodo di posa dei ripetitori.

I. - INTRODUZIONE.

I cavi telefonici sottomarini derivano, in linea generale, dal classico tipo di cavo sottomarino telegrafico che è nato più di cento anni fa. A parte alcune applicazioni particolari di breve lunghezza, in cui si sono usati cavi ad una o più coppie, il cavo telefonico sottomarino è del tipo coassiale. Esso si differenzia dal cavo telegrafico convenzionale, che usava l'acqua come conduttore di ritorno, in quanto ha un conduttore esterno di rame costituito in origine da una corona di fili ed in seguito da piattine disposte ad elica.

Per i cavi telefonici non è possibile infatti usare l'acqua come conduttore di ritorno perchè l'attenuazione risulterebbe eccessivamente elevata.

È opportuno ricordare che l'idea di aggiungere un conduttore di ritorno per diminuire l'attenuazione alle alte frequenze era già stata suggerita dall'ing. Emanueli nel 1913, in occasione di studi per un collegamento fra l'Ita-

grafico. Infatti essi sono costituiti (fig. 1) da un conduttore isolato (detto *anima*), da un conduttore esterno che completa la struttura coassiale, da una imbottitura di juta a scopo protettivo e da una armatura di fili di acciaio disposti ad elica attorno alla coppia coassiale imbottita.



Fig. 1. — Campione del cavo da fondo.

I cavi coassiali telefonici tuttavia, oltre a dover resistere alle severissime sollecitazioni meccaniche imposte a tutti i cavi sottomarini, devono anche garantire che le loro caratteristiche elettriche si mantengano inalterate entro i limiti molto ristretti che sono necessari per la trasmissione.

Il problema diventa ancora più difficile quando, come in caso di lunghi collegamenti, nel cavo devono essere inseriti degli amplificatori e l'insieme deve garantire le caratteristiche prefissate una volta posato in fondo al mare.

Il cavo a 60 canali realizzato per collegare la Sardegna al Continente è di quest'ultimo tipo; esso comprende infatti sei amplificatori sottomarini e rappresenta in certo qual modo un primato in quanto è la prima volta che degli amplificatori del tipo rigido a siluro sono posati a profondità superiori ai 1000 m. Tale collegamento, il cui profilo è indicato schematicamente in fig. 2, fa parte della nuova rete italiana telefonica realizzata dal Ministero delle Poste e delle Telecomunicazioni, e precisamente serve a raccordare la rete continentale in cavo coassiale normalizzato alla rete sarda in cavi coassiali di piccole dimensioni.

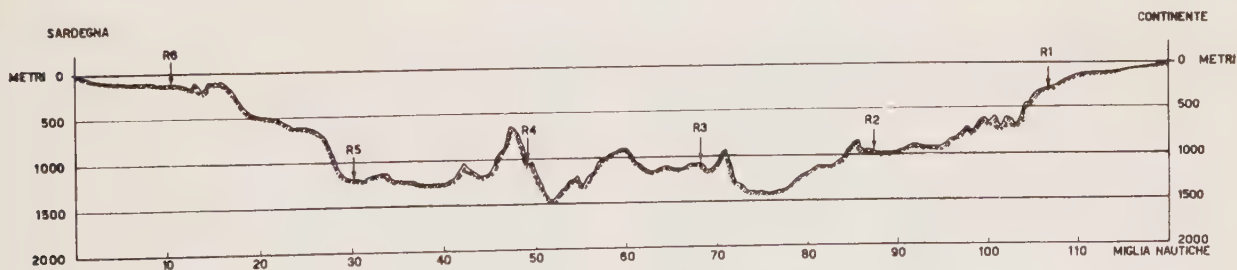


Fig. 2. — Profilo schematico del collegamento sottomarino telefonico tra il Continente e la Sardegna. Con R sono indicate le posizioni dei sei ripetitori.

lia Continentale e la Sardegna che furono in seguito abbandonati [1].

Si è detto che i cavi telefonici, almeno quelli finora impiegati, derivano dal tipo convenzionale di cavo tele-

(*) Dr. ing. GIUSEPPE PALANDRI, dr. ing. RICCARDO MONELLI, della Pirelli S.p.A.

2. - GENERALITÀ SUL COLLEGAMENTO.

Il sistema telefonico tra il Continente e la Sardegna consente la trasmissione di 60 canali contemporanei su un unico cavo coassiale sottomarino, utilizzando differenti bande di frequenze per i due sensi di trasmissione, precisamente la banda 20-260 kHz per il senso Conti-

nente-Sardegna e la banda 312-552 kHz per il senso inverso.

Il collegamento, lungo complessivamente circa 240 km, comprende sette sezioni d'amplificazione con sei ripetitori sommersi di fabbricazione inglese; la prima sezione di circa 25 km e l'ultima di circa 20 km utilizzano in parte un cavo in P-gutta, mentre le cinque centrali, lunghe mediamente 38,5 km, sono realizzate con cavo in polietilene.

In fig. 3 è indicato lo schema di principio del sistema. Il supergruppo base di 60 canali SG viene inviato direttamente in linea per un senso di trasmissione mentre per l'altro senso viene modulato in modo da operare la tra-

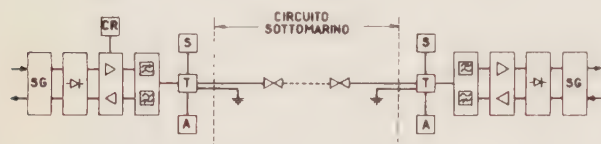


Fig. 3. — Schema di principio del sistema.

slazione nella banda 20-260 kHz mediante i consueti modulatori e filtri. In figura si è indicato con *A* il complesso di alimentazione dei ripetitori, con *S* il circuito telefonico di servizio a frequenza vocale, con *CR* l'apparecchiatura per il controllo dei ripetitori.

In fig. 4 è riportato lo schema elettrico di principio di un ripetitore. La corrente continua di alimentazione, che viene inviata sul conduttore centrale del cavo con il valore costante di 0,316 A, viene separata dalle correnti alternative mediante il filtro *FA* e per caduta ohmica at-

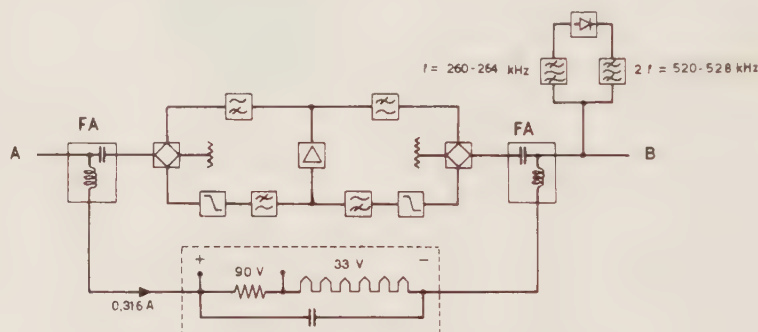


Fig. 4. — Schema di principio di un ripetitore.

traverso una opportuna resistenza fornisce la tensione anodica ai sei tubi e ne percorre quindi in serie i filamenti; la caduta di tensione per ogni ripetitore è dell'ordine di 120 V. L'amplificatore è comune ai due sensi di trasmissione che vengono separati in un circuito a ponte, egualizzati e filtrati.

L'amplificatore è doppio poichè in effetti è costituito da due amplificatori distinti, ciascuno con tre tubi, connessi in parallelo in modo che l'eventuale guasto di uno di essi non pregiudichi il funzionamento del sistema.

All'estremo *B* del ripetitore è indicato il circuito di controllo. Esso comprende un elemento distorcitore e due filtri a banda molto stretta, accordati il primo su una frequenza compresa nella gamma 260-264 kHz e diversa per ciascun ripetitore e il secondo accordato esattamente sulla sua seconda armonica; inviando in tal modo dal lato *A* la frequenza di controllo di un determinato ripetitore, questa viene amplificata, distorta e la sua seconda armonica che cade nella gamma 520-528 kHz cioè entro la banda dell'altro senso di trasmissione viene rinviata all'estremo di misura, consentendo il controllo del sistema, ripetitore per ripetitore.

3. - IL PROBLEMA DELLA ATTENUAZIONE.

Nei sistemi sottomarini con ripetitori occorre ovviamente assicurare che i livelli dei segnali al termine del collegamento si mantengano entro determinate tolleranze rispetto ai livelli nominali, in maniera del tutto analoga a quanto richiesto nei sistemi terrestri; ad esempio in un sistema quale quello in discorso si può ammettere uno scarto di $\pm 0,25$ dB in ogni sezione di amplificazione tra livello nominale e livello effettivamente misurato in opera. Il rispetto di tale prescrizione rappresenta un problema sostanzialmente diverso in confronto a quanto avviene nei collegamenti terrestri; in questi infatti è possibile migliorare all'atto della installazione della linea l'egualizzazione in funzione della frequenza per ogni sezione di amplificazione ed è inoltre sempre possibile ritoccare tale egualizzazione qualora intervengano, con le variazioni di temperatura e con il tempo, modifiche nelle costanti dei circuiti.

Nei collegamenti sottomarini per contro non è evidentemente possibile accedere alla linea o ai ripetitori una volta posato il tutto in mare, ed è pertanto necessario progettare l'egualizzazione dei circuiti solo in base alle caratteristiche del cavo misurate nelle vasche di fabbrica tenendo conto di tutte le variazioni (di temperatura, di pressione, di assetto geometrico) che avverranno all'atto della posa. La prescrizione relativa alle variazioni di livello si traduce quindi in una prescrizione relativa alle variazioni di attenuazione ammissibili (poichè permanenti) nel passaggio da cavo in vasca a cavo in opera.

Naturalmente per collegamenti comprendenti un gran numero di ripetitori non è possibile ottenere il risultato

desiderato senza egualizzatori aggiuntivi che vengono inseriti nel cavo durante la posa e aggiustati in base alle misure di trasmissione effettuate da bordo della stessa nave posacavi. Nel caso del collegamento Continente-Sardegna dato il numero relativamente modesto di ripetitori non è stato previsto alcun egualizzatore supplementare, pertanto il risultato veniva a dipendere unicamente dalla precisione con cui era possibile prevedere l'attenuazione del cavo posato in mare.

Per chiarire quantitativamente il problema si consideri la curva attenuazione-frequenza di una sezione di cavo e le variazioni che essa può presentare rispetto ai valori nominali. Tali variazioni possono essere distinte in variazioni che alterano la forma della curva e in variazioni che ad ogni frequenza sono proporzionali al valore dell'attenuazione stessa e come tali riportabili a variazioni di lunghezza della linea. Queste ultime sono compensabili aggiungendo o togliendo opportuni tratti di linea all'atto della inserzione dei ripetitori nel cavo, mentre quelle di forma non lo sono in alcun modo. Per dare alle considerazioni precedenti una forma quantitativa è

stata adottata per il collegamento Continente-Sardegna la seguente relazione empirica:

$$(1) \quad A_a = A_p (1 \pm 0,01 \lambda) \left(1 \pm 0,01 \log \frac{\varphi}{f} \right),$$

ove:

A_a = attenuazione ammissibile in una sezione d'amplificazione, funzione della frequenza f ,

A_p = attenuazione prevista teoricamente,

λ = variazione riportabile a lunghezza, espressa in percento,

$\log \frac{\varphi}{f}$ = variazione di forma, espressa in percento, essendo φ una costante.

Si è inoltre fissato nella (1) $\lambda = 2$ e $\varphi = 10^6$ esprimendo f in Hz.

Tralasciando le variazioni riportabili a lunghezza, che sono facilmente compensabili, e introducendo nella (1) i valori numerici di A_p in funzione della frequenza si ha per le variazioni ammissibili nella forma della attenuazione di una sezione di cavo una tolleranza massima dell'ordine di $\pm 0,25$ dB.

Tenendo conto che l'attenuazione di una sezione è proporzionale alla lunghezza della sezione stessa e alla attenuazione chilometrica α e che quest'ultima in una linea coassiale con dielettrico in polietilene, per frequenze superiori a 150 kHz e inferiori al megahertz, è praticamente proporzionale alla radice della frequenza, ponendo $\alpha(f) = a(f) \sqrt{f}$ si ottiene nel fattore $a(f)$, che può chiamarsi *fattore di attenuazione chilometrica*, una grandezza variabile praticamente solo alle basse frequenze che ben si presta a mettere in evidenza le variazioni di forma della attenuazione. Il fattore a deve rispettare gli stessi limiti di forma indicati nella (1) per cui si ha:

$$(2) \quad a_a = a_p \left(1 \pm 0,01 \log \frac{1}{f} \right),$$

con ovvio significato dei simboli e avendo espresso la frequenza in megahertz. In fig. 5 è riportato l'andamento della (2) che mostra come vada restringendosi la tolleranza da $\pm 1,7$ % a 20 kHz a meno di $\pm 0,3$ % a 552 kHz.

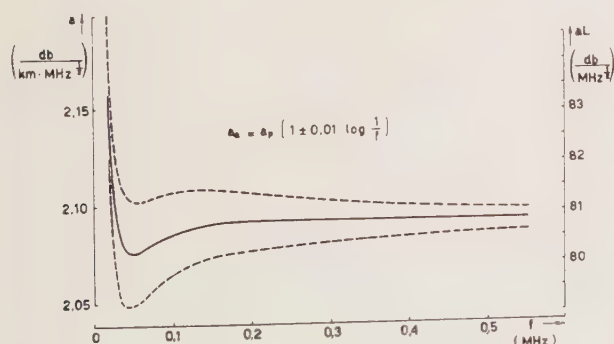


Fig. 5. — Fattore di attenuazione, in funzione della frequenza, previsto a 13°C e a 1000 m di profondità e maschera delle tolleranze ammesse per le variazioni di forma.

Per determinare le tolleranze costruttive del cavo in modo da rispettare il limite suddetto occorre tener presente che l'attenuazione A_v tra le tensioni all'ingresso e all'uscita di una sezione terminata su un'impedenza Z_T

è legata alle impedenze d'entrata Z_1 e Z_2 della sezione vista dalle due teste mediante la relazione:

$$(3) \quad A_v = A + 10 \log \left| \frac{Z_1}{Z_2} \right| + 20 \log \left| \frac{Z_2 + Z_T}{2 Z_T} \right|,$$

essendo A l'attenuazione della sezione su base immagine.

Ne consegue che per mantenere A_v entro limiti assegnati è necessario imporre dei limiti sia alla attenuazione immagine sia alle impedenze d'ingresso; d'altra parte è noto che queste dipendono in modo analiticamente complicato dalle irregolarità della linea stessa e che solo affrontando il problema da un punto di vista statistico è possibile pervenire a risultati applicabili in pratica. Questo studio è stato svolto e reso noto in altra sede [2] e qui basta accennarne il risultato.

Tenuto conto che ai conduttori di rame possono essere imposte tolleranze meccaniche ed elettriche tali da rendere di scarsa influenza le loro variazioni, e che la permittività del dielettrico può essere resa praticamente costante omogeneizzando l'intero quantitativo di mescola necessario, rimane come parametro da controllare durante la fabbricazione il diametro esterno dell'isolante. Per assicurare il rispetto delle tolleranze occorre che il diametro medio su ogni tratto di 10 m non si discosti dal valore nominale di $\pm 0,1$ mm; ciò consente con i dati del sistema in oggetto di giungere a caso tutte le pezzature. In pratica sono state scelte opportunamente le prime pezzature da ogni estremo di ciascuna sezione allo scopo di mantenere la curva delle impedenze d'ingresso in funzione della frequenza entro il limite richiesto.

Infine è da tener presente che per il progetto degli equalizzatori contenuti in ciascun ripetitore è necessario conoscere con la precisione richiesta la curva attenuazione-frequenza nelle condizioni di temperatura, pressione e assetto geometrico in cui verrà a trovarsi il cavo nel fondo del mare. Pertanto è necessario determinare sperimentalmente dei coefficienti che consentano di calcolare le condizioni suddette in base alle misure effettuate sul cavo in vasca. Per il cavo descritto in seguito il coefficiente di temperatura dell'attenuazione è risultato lievemente decrescente con la frequenza, precisamente da $+0,18$ % °C⁻¹ a 20 kHz a $+0,13$ % °C⁻¹ a 552 kHz, riferito alla temperatura di 13 °C che è quella del fondo del Mediterraneo; questo coefficiente è stato determinato nelle vasche di fabbrica facendo variare la temperatura dell'acqua. Il coefficiente di pressione, espressa in km di profondità in acqua, è risultato pari a $+0,15$ % km⁻¹, mentre il cosiddetto *effetto posa* dovuto alla variazione di assetto geometrico e alle sollecitazioni della posa è risultato di $-0,4$ %.

4. - DESCRIZIONE DEL CAVO E CENNI DI FABBRICAZIONE.

Per il collegamento si sono voluti utilizzare, per una parte delle due sezioni terminali, due tratti di un cavo coassiale costruito nel 1940 e destinato ad un collegamento Sicilia-Tripoli non realizzato in conseguenza della guerra. Tale cavo ha come isolante la P-gutta, una mescola composta di guttaperca deresinificata e deproteinizzata, di polisobutilene, di cera minerale e di uno speciale antiossidante, preparata secondo processi studiati e brevettati dalla Pirelli (1).

Una descrizione del cavo è già stata fatta in occasione di una conferenza tenuta alla sezione di Milano della AEI

(1) Il cavo era destinato ad un collegamento comprendente sette comunicazioni telefoniche e tre telegrafiche. Una parte del cavo destinato al tratto Porto Empedocle - Pantelleria è stata posata fra Otranto e Valona. L'altra parte corrispondente al tratto Pantelleria - Lampedusa è stata utilizzata nel mare del Nord dalle armate germaniche durante la guerra e in seguito recuperata è stata in parte utilizzata per le due sezioni terminali dell'attuale collegamento Continente-Sardegna.

nel 1942 [3]. Il conduttore centrale è costituito da un filo massiccio del diametro di 3,4 mm e da 6 piattine di rame rosso ricotto da 1,9 mm \times 0,4 mm. Il diametro del conduttore composto risulta di 4,2 mm e quello dell'isolante di 15,1 mm. Il conduttore di ritorno è costituito da 8 piattine di rame rosso da 6 mm \times 0,5 mm applicate ad elica sull'isolante. Sul complesso è applicato un nastro di tessile trattato. L'imbottitura e l'armatura sono del tutto simili a quelle descritte più oltre per il cavo in polietilene.

La rimanente parte del collegamento è viceversa costituita da cavo nuovo con anima isolata con miscela di polietilene. Per questo cavo si è preferito scegliere come conduttore centrale un conduttore di rame massiccio del diametro di 4,29 mm e con un diametro sull'isolante di 15,75 mm per ottenere caratteristiche elettriche analoghe a quelle del tipo di cavo coassiale già sperimentato con successo in cavi telefonici a frequenze portanti impiegati dagli inglesi e nel primo cavo transatlantico in cui nei tratti a bassa profondità sono impiegati amplificatori molto simili a quelli usati per il collegamento Continente-Sardegna [4].

Il conduttore massiccio è stato preferito al conduttore composto da filo centrale più piattine, perchè, secondo esperimenti fatti già in occasione della fabbricazione dei cavi in P-gutta, era risultato che il suo impiego portava ad una diminuzione di attenuazione che arrivava fino al 3÷4 % e ad una regolarità di caratteristiche elettriche notevolmente superiore. Inoltre in seguito alla posa nell'agosto del 1956 di un cavo dello stesso tipo nello Stretto di Messina si era constatato che con l'adozione del conduttore massiccio anche l'effetto *posa* era risultato di scarsa entità e difficilmente apprezzabile.

Come materiale isolante è stata usata una miscela composta di polietilene ad alto peso molecolare (grado 0,3÷0,4), di polisobutilene (peso molecolare 100 000) e di un antiossidante particolarmente selezionato per non danneggiare le ottime qualità isolanti del polietilene. Tale miscela era già stata messa a punto e sperimentata dalla Pirelli con successo nel 1952 per la fabbricazione del primo cavo transatlantico telegrafico isolato in polietilene fra St. Vincent (Isole del Capo Verde) e Recife (Brasile).

Il fattore più importante da controllare per poter garantire la costanza delle caratteristiche di trasmissione è il diametro esterno dell'anima, si è quindi posta ogni cura per controllare tale grandezza entro gli stretti limiti imposti. Per ottenere ciò la trafilatura è stata riscaldata elettricamente a tensione rigorosamente costante e le temperature delle varie zone del cilindro e della testa sono state aggiustate nelle condizioni desiderate regolando la corrente di riscaldamento una volta tanto a mezzo di autotrasformatori variabili. È stata abolita qualsiasi regolazione automatica della temperatura. In tali condizioni variazioni di diametro dovute a piccole e lente variazioni della temperatura dell'ambiente durante il giorno possono essere facilmente controllate agendo o sulla velocità di tiratura o sulla velocità di rotazione delle vite della trafilatura. Questo secondo sistema è stato preferito perchè in considerazione delle caratteristiche dell'impianto è risultato il più facile e sicuro da controllare.

Il diametro è stato controllato con un misuratore a cellula fotoelettrica in un punto vicino alla testa della trafilatura e grande cura è stata posta per controllare che la temperatura del polietilene in quel punto fosse mantenuta rigorosamente costante. Le correzioni di diametro venivano effettuate in base alla indicazione dei valori degli scarti del diametro nominale integrati da un indicatore elettronico appositamente studiato e realizzato, connesso al misuratore. Tale integrazione era effettuata su una lunghezza di circa 10 m di anima, pari ad 1/9 del quarto d'onda corrispondente alla massima frequenza (552 kHz) da trasmettere sul cavo. Una misura continua della capacità unitaria eseguita sull'anima a 24 °C dopo

circa 10 minuti di raffreddamento serviva da controllo indiretto all'esattezza della misura del diametro oltre che garantire l'assenza di eccentricità pericolose del conduttore centrale.

Sei piattine di rame (8,1 mm \times 0,4 mm) sono applicate ad elica attorno all'isolante per costituire il conduttore esterno o di ritorno, completando così la struttura coassiale. La struttura ad elica è stata scelta per impartire flessibilità all'anima. Un nastro sottile di rame è stato applicato a bordi sovrapposti sopra il conduttore di ritorno, in modo da proteggere completamente la struttura coassiale contro gli attacchi dei più piccoli organismi marini (teredini). La necessità di una tale protezione anche per i cavi in polietilene non è ancora stata provata però nel dubbio è stata mantenuta.

Un nastro di cotone impregnato in una miscela di gomma e bitume è applicato ad elica sopra il nastro antiteredine a scopo di legatura, onde impartire una buona stabilità meccanica all'anima coassiale durante la fabbricazione.

Tale nastro non è stato applicato a sovrapposizione ma si è lasciato un piccolo intervallo fra le spire in modo da permettere all'acqua di penetrare facilmente fra il conduttore di ritorno e l'anima.

Tale procedimento è importante perchè subito dopo la fine della lavorazione devono essere eseguite in fabbrica misure elettriche per determinare l'attenuazione delle varie sezioni di amplificazione con una precisione dell'ordine dei permille, misure che sono influenzate dal grado di bagnamento della superficie dell'anima.

Sulle bobine di cavo coassiale completo venivano eseguiti i seguenti controlli dalle due teste: misura all'ecometro con impulso da 0,1 μ s (potere risolutivo 10 m circa) delle irregolarità interne e dell'impedenza; misura dell'impedenza caratteristica in funzione della frequenza da 20 a 50 kHz ogni kHz, da 50 a 100 kHz ogni 2 kHz, da 100 a 600 kHz ogni 5 kHz.

In base ai dati forniti dai controlli suddetti sulle venti pezzature costituenti una sezione di amplificazione (lunga circa 38,5 km pari a 21 miglia nautiche) veniva stabilito il piano di allocazione. Le pezzature venivano quindi provvisoriamente giuntate e sull'intera sezione venivano effettuate misure di isolamento, capacità, resistenza rame, impedenza caratteristica e attenuazione dalle due teste in funzione della frequenza, con sezione chiusa su 52,2 ohm.

Le anime complete di conduttore di ritorno venivano imbottite con juta e quindi raccolte in vasche con teste fuori per poter effettuare le giunzioni col sistema a trafilatura studiato e messo a punto fin dall'epoca dei cavi in P-gutta e da allora usato con completo successo. L'isolante a temperatura controllata e completamente omogeneizzato dall'azione della trafilatura viene applicato per estrusione sul conduttore che è fatto traslare attraverso la testa della trafilatura stessa (fig. 6). Il materiale isolante di apporto si salda al materiale isolante dell'anima per un'azione combinata di riscaldamento e sfregamento sotto pressione. Su ogni giunto viene eseguito un esame coi raggi X e quindi misure di isolamento con elettrometro elettronico capace di determinare curve di elettrizzazione su un metro di lunghezza di cavo avente un valore assoluto di isolamento di circa 10^{16} ohm (10 miliardi di megaohm). La protezione dell'anima con strati di juta e la robustezza della struttura portante (armatura) è diversa a seconda della profondità alla quale il cavo viene posato. Per il tipo D cavo da fondo e C cavo intermedio si impiega un solo strato di juta, mentre per il tipo A e AA da costa, rispettivamente a semplice e doppia armatura, sono impiegati due strati di juta. La juta impiegata per l'imbottitura delle anime è del tipo speciale a ridotto contenuto di sostanze estraibili con solventi, studiato e brevettato dalla Pirelli al tempo del primo cavo transatlantico telegrafico in polietilene. Infatti, gli oli che generalmente sono impiegati per facilitare la filatura della

juta, possono essere pericolosi per il polietilene provocandone la fessurazione quando esso si trovi in particolari condizioni di sollecitazioni (« environmental stress-cracking »).



Fig. 6. — Trafila per la giunzione delle anime.

La juta prima dell'applicazione viene trattata con tanino per difenderla dagli attacchi microbiologici.

I fili di armatura applicati sopra l'imbottitura sono di caratteristiche diverse a seconda del tipo di cavo: acciaio ad alta resistenza e piccolo diametro per il cavo da fondo, diametri maggiori ed acciaio dolce per il cavo di tipo intermedio e da costa dove, più che le proprietà meccaniche dell'armatura ha importanza il suo peso in funzione protettiva contro i moti ondosi, le correnti del fondo ed i pericoli delle ancora.

I fili di armatura sono protetti contro le corrosioni mediante zincatura e da uno strato di miscela catramosa.

Nella Tab. I sono indicate le caratteristiche dei vari tipi di armatura.

TABELLA I. — Fili di armatura.

Tipo di cavo	Numero fili	Diametro fili mm	Carico di rottura kg/mm ²	Designazione
AC	20 ± 15	5,08-7,62	40	d'approdo
A	12	7,62	40	costiero
C	16	5,08	60	intermedio
D	23	3,05	> 100	da fondo
terrestre	(nastri ferro 40 × 0,8)	—	—	terrestre

In aggiunta ai fili di armatura per i tratti terrestri e da costa fino ad una profondità di circa 15÷20 m e per una distanza di circa 1000 m è stata applicata sulla coppia coassiale una guaina di piombo isolato dal conduttore di ritorno per poter effettuare le prese di terra in posizione lontana dal cavo e ridurre inoltre il rapporto disturbo-segnale che è influenzato dalle trasmissioni radio e correnti di terra.

Sul cavo armato è applicato a maggior protezione uno strato di miscela di catrame e bitumi naturali e quindi due strati di filato di juta catramata a loro volta coparsi di miscela asfaltobituminosa scelta in modo da avere un coefficiente di attrito elevato per evitare lo scioglimento del cavo sul tamburo della nave durante le operazioni di posa.

Per assicurare buone caratteristiche di maneggevolezza del cavo durante le operazioni di coglitura e di posa, sia i fili di armatura che le piattine del conduttore di ritorno sono state applicate con elica sinistrogira, mentre il nastro di rame antiteredo è stato applicato con elica destrogira. Tale soluzione era già stata sperimentata con successo per i cavi in P-gutta e per il cavo sottomarino coassiale analogo posato nello stretto di Messina e la riuscita è stata confermata, prima di iniziare la costruzione del cavo, da prove eseguite rispettivamente al largo di Ustica e di Siracusa su un tratto di 37 km di cavo esattamente identico e destinato a scorta.

Il senso di avvolgimento destrogiro per la juta di imbottitura sull'anima e destrogiro e sinistrogiro rispettivamente per lo strato esterno ed interno di juta sopra l'armatura e la lunghezza dei loro passi sono stati definiti in base all'esperienza acquisita con prove di coglitura in fabbrica e di posa in mare. Il comportamento meccanico del cavo sia in fabbrica che durante le varie prove in mare e in posa si è dimostrato eccellente sotto ogni riguardo.

Il cavo armato, a mezzo dei cosiddetti fantini, viene trasferito direttamente dal volante di tirata dell'armatrice alle vasche di 300 m³ di capacità che possono contenere ciascuna circa 300 km di cavo da fondo (1 km di cavo per m³). Sulla sezione di cavo armato, a regime di temperatura raggiunto, sono state eseguite misure di attenuazione e impedenza caratteristica in funzione della frequenza e misure di resistenza rame, resistenza di isolamento e tensione (25 kV per 15 minuti primi) in corrente continua.

Nelle vasche viene fatta circolare acqua con continuità in modo da poter stabilire una temperatura uniforme per poter effettuare le misure con la necessaria precisione.

5. - RISULTATI OTTENUTI IN FABBRICA.

Per dare un'idea dei risultati ottenuti durante la fabbricazione del cavo in polietilene sono state riportate nelle figure seguenti le curve di distribuzione di alcune grandezze meccaniche od elettriche che sono state oggetto di controlli sistematici durante il corso dell'intero lavoro.

In fig. 7 a è riportata la curva di distribuzione della

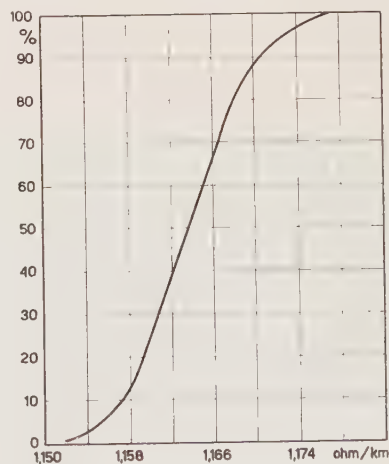


Fig. 7 a) — Resistenza ohmica del conduttore a 15°C. Curva di distribuzione statistica su 136 campioni.

resistenza ohmica del conduttore centrale, misurata su 136 campioni prelevati dalle varie pezzature fabbricate, riportata a 15°C; essa è risultata praticamente compresa entro $\pm 1\%$ rispetto al suo valore medio. In fig. 7 b è riportata la distribuzione della capacità di tutte le pez-

zature di anima, misurate immerse in acqua a 20 Hz; tutti i valori risultano entro $\pm 0,7\%$ rispetto al valore medio.

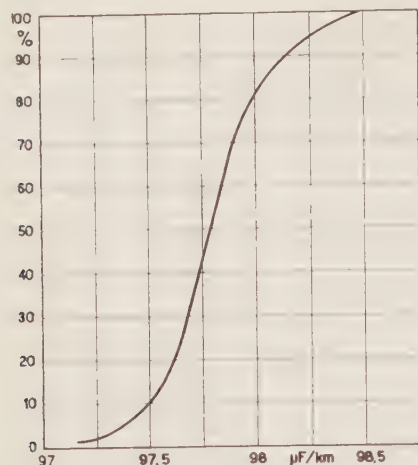


Fig. 7 b) — Capacità del conduttore isolato. Curva di distribuzione statistica su 136 campioni.

In fig. 8 sono riportate le distribuzioni del diametro, della eccentricità e della ovalizzazione dell'anima isolata, misurati ad entrambe le teste di ciascuna pezzatura; si noti in particolare come i diametri, per il 90 % dei valori siano compresi entro $\pm 0,1$ mm rispetto al valore nominale di 15,75 mm pari a circa $\pm 0,5\%$.

In fig. 9 sono riportate le distribuzioni delle impedenze d'ingresso di ciascuna pezzatura e del peggior eco interno, misurate all'ecometro con impulsi da 0,1 μ s in cosinusoide rialzata; le misure di impedenza sono state fatte per confronto con una rete artificiale appositamente costruita, mentre i valori degli echi si intendono riportati all'ingresso della pezzatura. Le curve a tratto pieno si riferiscono al 100 % delle pezzature, mentre quelle tratteggiate escludono il 20 % di pezzature che non sono comprese nel collegamento in quanto facenti parte della sezione di scorta. È significativo che le pezzature introdotte nel collegamento abbiano impedenze d'ingresso tutte comprese entro $\pm 0,25 \Omega$ (pari a circa $\pm 0,5\%$) e che dello stesso ordine sia il massimo scarto d'impedenza entro la pezzatura.

stenza di $52,2 \Omega$; a scopo di confronto rispetto ai limiti di capitolato, sono state tracciate con linea tratteggiata due curve che scartano di $\pm 1,5 \Omega$ (pari al 3 %) rispetto alla curva media.

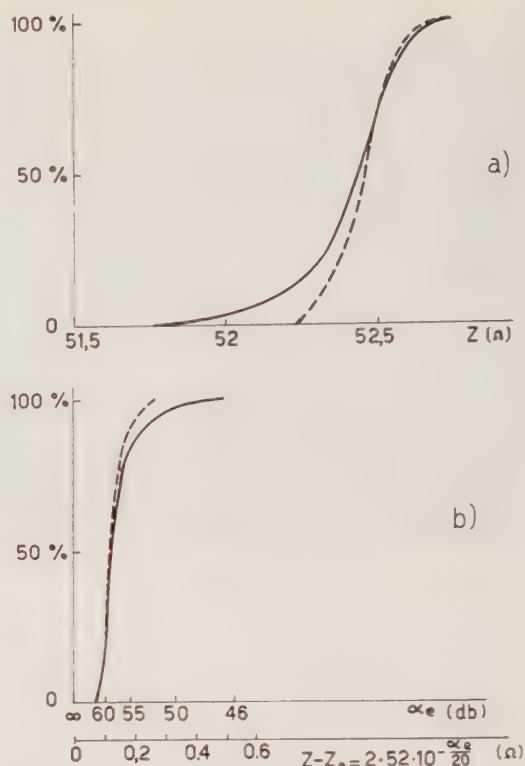


Fig. 9. — Curve di distribuzione. - a) impedenze d'ingresso. b) peggior eco interno misurati con metodo ecometrico in ciascuna pezzatura. Le curve a tratto pieno si riferiscono al 100 % delle pezzature, mentre quelle tratteggiate escludono il 20 % di pezzature, che costituiscono la sezione di scorta.

Infine per le misure di attenuazione in funzione della frequenza in fig. 11 a si ha il luogo dei coefficienti di attenuazione immagine (praticamente coincidente con l'attenuazione composita) di tutte le sezioni in polietilene in vasca a 24 °C; tale luogo presenta in ordinate

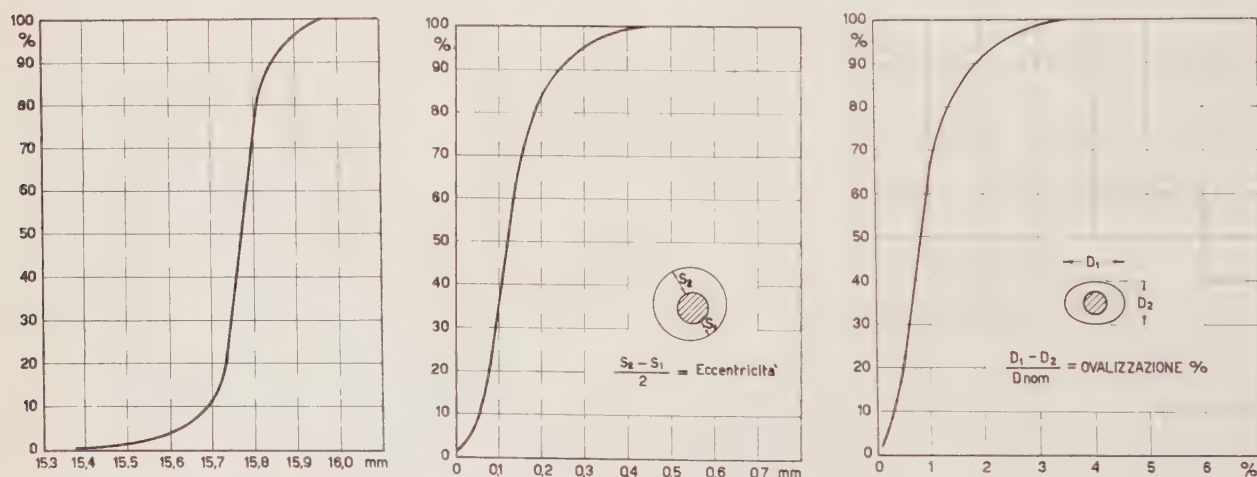


Fig. 8. — Curve di distribuzione del diametro, della eccentricità, della ovalizzazione ad entrambe le teste di ciascuna pezzatura.

Passando alle sezioni complete si ha in fig. 10 il luogo della componente resistiva delle impedenze d'ingresso in funzione della frequenza misurata da entrambe le teste di tutte le sezioni in polietilene terminate su una resi-

un'ampiezza praticamente costante, dell'ordine di $0,5\%$, tra 200 e 600 kHz.

Accorciando opportunamente le sezioni in modo da far coincidere tutte le attenuazioni alla frequenza estrema

superiore si ha il luogo di fig. 11 *b* che rappresenta le effettive differenze di forma tra le attenuazioni delle diverse sezioni, differenze che raggiungono il valore mas-

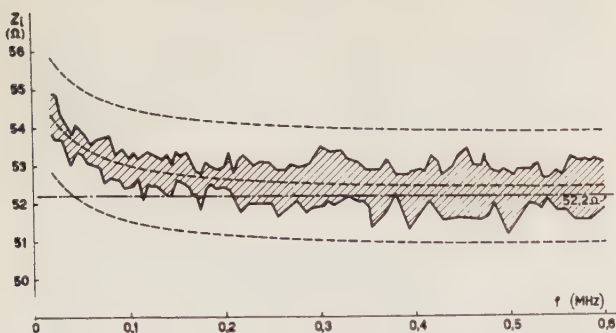


Fig. 10. — Luogo della componente resistiva delle impedenze d'ingresso in funzione della frequenza, misurate sulle sezioni in polietilene terminate su una resistenza di 52,2 ohm; in linea tratteggiata sono riportate due curve che scartano di $\pm 1,5$ ohm rispetto alla curva media del luogo.

simo di 0,25 % a 70 kHz e che risultano con ampio margine contenute entro i limiti desiderati espressi dalla formula (2) e riportati in figura con linee tratteggiate.

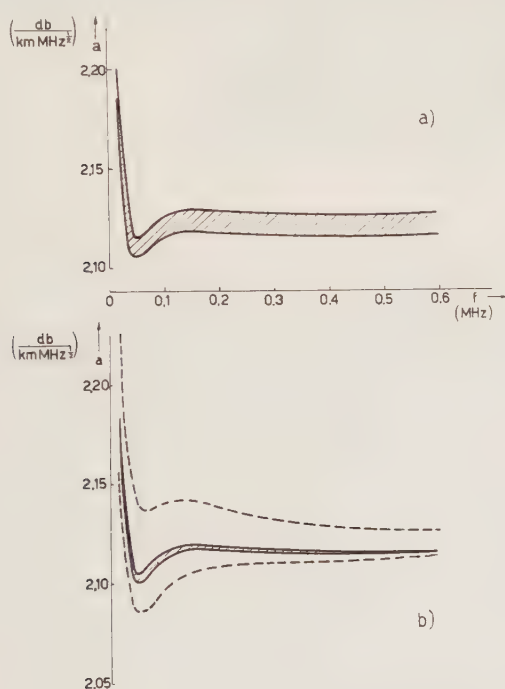


Fig. 11. — Luogo del coefficiente di attenuazione, in funzione della frequenza, di tutte le sezioni in polietilene in vasca a 24° C; *a*) compreso l'errore di lunghezza; *b*) dopo aver accorciato le sezioni in modo da far coincidere le attenuazioni alla frequenza estrema superiore; con linee tratteggiate sono riportati i limiti desiderati.

6. - GIUNZIONE DEI RIPETITORI AL CAVO.

La giunzione dei ripetitori al cavo viene eseguita a bordo della nave posacavi. Infatti l'imbarco dei ripetitori giuntati al cavo avrebbe richiesto attrezzature speciali e complesse in considerazione del loro peso (circa 600 kg) e delle loro dimensioni (lunghezza circa 3 m, diametro circa 300 mm) e della loro rigidezza.

Si è tuttavia ritenuto opportuno effettuare per controllo, una giunzione provvisoria di tutti gli amplificatori alle varie sezioni del cavo immerso in acqua nelle vasche di fabbrica a temperatura nota ed uniforme. Prima di tale controllo si è provveduto ad aggiustare le lunghezze delle varie sezioni in modo che le rispettive attenuazioni,

corrette per le previste variazioni di temperatura pressione ed effetto posa, risultassero compensate dal guadagno dei rispettivi amplificatori entro i limiti prescritti.

Si è preferito dividere l'intero cavo in due blocchi, comprendenti tre amplificatori cadauno, in modo da poter compensare le eventuali variazioni dovute alla posa rispetto al valore previsto, variando la lunghezza della sezione di amplificazione di centro. L'esperienza ha tuttavia mostrato che sarebbe stata possibile anche la posa in un blocco unico secondo quanto proposto dalla ditta fabbricante del cavo, infatti la correzione apportata alla lunghezza della sezione centrale dopo aver arrestato la nave ed aver atteso l'andata a regime delle caratteristiche del cavo posato è stata di 0,1 m.n. (miglia nautiche) rispetto al valore previsto, correzione che sulla lunghezza dell'intero collegamento rappresenta lo 0,08 %, valore assai inferiore alla sensibilità di misura degli strumenti usati per il controllo.

Terminato il controllo e definita la lunghezza delle sezioni si è lasciato un eccesso di cavo nella quarta sezione per eventuale correzione. Il cavo è stato quindi imbarcato (fig. 12) ed i ripetitori portati a bordo separata-



Fig. 12. — Imbarco del cavo. Sullo sfondo è visibile la nave posa-cavi.

mente (sei ripetitori più due di scorta completi di code per la rapida giunzione nel cavo).

Le varie sezioni di cavo sono state sistemate nelle vasche tenendo conto del rispettivo ordine di posa e con



Fig. 13. — I ripetitori già giuntati al cavo sul ponte della nave.

le teste fuori vasca per la giunzione ai ripetitori. Questi sono stati sistemati su appositi cavalletti direttamente sul ponte nello spazio libero fra le vasche (fig. 13). Si è

provveduto quindi alla giunzione in forma definitiva dei ripetitori alle teste delle rispettive sezioni di cavo e ad un nuovo controllo dei livelli sui blocchi.

7. - SCELTA DEL TRACCIATO E POSA.

Per la posa il Ministero P.T. ha noleggiato la nave posa-cavi « Salernum » (fig. 14) della Compagnia Navi Cablografiche. Si tratta di una nave posa-cavi italiana di recente costruzione che si differenzia dalle posa-cavi clas-

nuazione con metodo di confronto. Una successiva prova in mare al largo di Siracusa è stata eseguita su un tratto di cavo lungo 16 km comprendente un modello di ripetitore che è stato posato a profondità di 1400 m; le misure eseguite permisero di appurare che le sollecitazioni meccaniche provocate dalla presenza del ripetitore inserito nel cavo non causavano in quest'ultimo apprezzabili variazioni di impedenza e di attenuazione.

La tecnica di posa dei ripetitori sottomarini è stata sviluppata di recente ed era indispensabile acquisire una

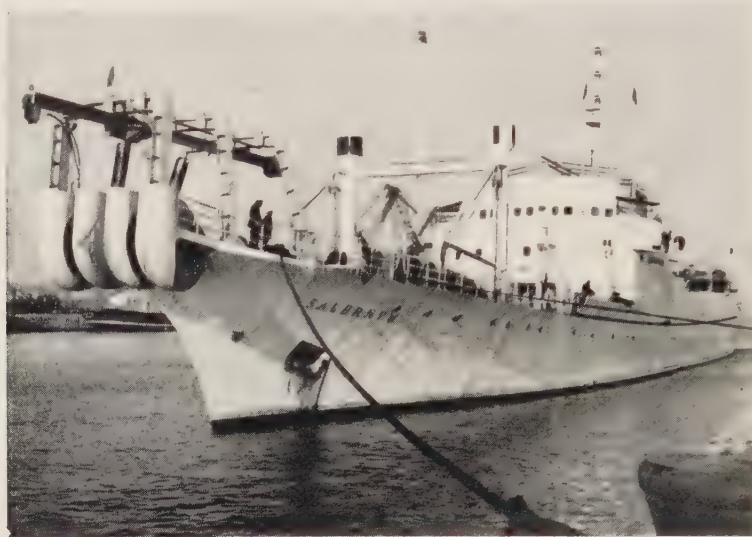


Fig. 14. — La nave posa-cavi « Salernum ».

siche per alcune caratteristiche importanti quali: la propulsione diesel-elettrica (anziché alternativa a vapore o a turbina), e la presenza di una galleria rettilinea disposta in centro alla nave e completamente libera da poppa a prua, il che rende molto più semplice il movimento dei cavi che non subiscono deviazioni facilitando la posa dei ripetitori rigidi.

Le operazioni preliminari per la posa di un cavo della importanza di quello descritto sono necessariamente laboriose. Il tracciato è stato definito dopo una campagna di scandagli su diverse rotte eseguita dalla nave della Marina Militare « Staffetta » particolarmente attrezzata per tali compiti e dopo vari sopralluoghi alle località prese in considerazione per gli approdi.

Questi infatti devono essere scelti tenendo presente soprattutto la sicurezza del cavo da danni derivanti dal movimento del mare o da fattori esterni, grappinamento, danno da ancore, ecc.

In considerazione dei limiti molto stretti imposti per le caratteristiche del sistema e della grande influenza della temperatura sull'attenuazione del cavo è stato necessario controllare con apposite campagne i dati già noti e pubblicati sulla temperatura del fondo del mare. Sono stati impiegati termometri speciali di fabbricazione inglese e dotati di certificati di taratura del National Physical Laboratories per temperatura e pressione con sensibilità del decimo di grado. Si è confermato che al di sotto di 200 m circa la temperatura del Mediterraneo si mantiene praticamente costante. A 200 m la temperatura è di 13,5 °C e decresce lentamente fino a 13,1 ÷ 13,2 °C alle profondità di 1500 ÷ 1700 m che sono le massime alle quali sono state effettuate le misure.

Per la determinazione dell'effetto di posa è stata effettuata nel gennaio 1957 una prova in mare che è consistita nella posa di una sezione di 38 km di cavo ad una profondità media di 1200 m e massima di 1800; entrambi gli estremi della sezione sono stati portati a terra sull'isola di Ustica in modo da consentire la misura di atte-

buona esperienza per evitare ogni possibile sorpresa. È stato quindi necessario programmare fin dall'inizio del 1956 una serie di operazioni di preparazione.

Si è dovuto innanzitutto a tale scopo attrezzare con mezzi speciali la nave posa-cavi quindi mettere a punto un metodo di posa conveniente, allenando sia il personale addetto alla navigazione, sia quello addetto alla posa dei ripetitori, dovendosi per la prima volta posare ripetitori rigidi a profondità superiori ai 1000 m.

Per la posa di tali ripetitori si eseguono le seguenti operazioni: si arresta la nave, si abbozza il cavo con cavo da grappino frenato dal secondo tamburo di posa in modo da scaricare il cavo della tensione, si tolgono le spire di cavo che sono avvolte sul tamburo di posa per permettere al ripetitore (che non può essere avvolto sul tamburo) di scavalcarlo, si trasla il ripetitore fin sotto il castello di prua su carrello tirato dal cavo, con contemporaneo richiamo di cavo dalle vasche e rimessa delle necessarie spire sul tamburo di posa. Nello stesso tempo il ripetitore è sollevato dal paranco del castello (figura 15) ⁽²⁾, si effettua la traslazione del ripetitore fuori bordo (fig. 16), la messa in tensione del cavo e il taglio del cavo da grappino riprendendo quindi la posa.

L'arresto della nave durante la posa costituisce sempre una fase delicata perché è difficile controllare la tensione del cavo specialmente in condizioni di mare non buone. È quindi necessario limitare al minimo indispensabile tale periodo di fermata in cui la nave ha possibilità di manovra praticamente nulla. Si è quindi posta ogni attenzione per ridurre al minimo il tempo di arresto, sia dotando la nave dei mezzi opportuni, sia con l'addestramento scrupoloso del personale addetto alla posa e alla manovra della nave.

La stretta collaborazione fra Ministero P.T. che ha messo a disposizione la nave per il tempo necessario, la

⁽²⁾ Le fotografie si riferiscono a riprese fatte durante la posa del cavo.

compagnia armatrice che ha acconsentito a condividere con la società che aveva la responsabilità tecnica della posa dei ripetitori il comando della nave durante il periodo di posa degli stessi, hanno permesso di mettere a



Fig. 15. — Un ripetitore sollevato dal paranco del castello di prua.

punto un metodo di posa che comportava un periodo medio di 10÷11 minuti primi fra l'arresto della nave e la ripresa della navigazione.



Fig. 16. — Un ripetitore fuori bordo pronto per essere immerso in mare. È visibile il cavo da grappino tuttora in tensione.

L'addestramento del personale è consistito in: esercitazioni in porto con modelli di ripetitori tendenti a mettere a punto e sincronizzare le diverse operazioni (di tali

esercitazioni ne sono state eseguite una decina al giorno per circa un mese) ed esercitazioni in mare con posa di uno o due ripetitori-modello allo scopo di trovare le condizioni più opportune per la fermata della nave, per il valore di tensione da mantenere sul cavo nel periodo transitorio dalla ripresa della navigazione fino alla posa del ripetitore sul fondo.

Ognuna di tali esercitazioni era seguita dal recupero del ripetitore in modo che si potevano constatare gli eventuali danneggiamenti subiti dal cavo. Di tali esercitazioni, eseguite in profondità da 100 a 1800 m, ne sono state effettuate 29 nell'agosto del 1957 di cui una con due ripetitori inseriti a 30 km di distanza l'uno dall'altro e cinque eseguite di notte senza che si verificasse alcun incidente.

Prima di iniziare la posa del cavo in mare aperto si è proceduto a posare i cavi di atterraggio dal lato Sardegna e Continente e quindi a posare delle boe lungo il tracciato a distanze di circa 40 km l'una dall'altra. Le boe erano dotate di lampade in modo da essere visibili anche di notte.

È opportuno ricordare che errori di rotta anche piccoli non sono ammissibili, senza pregiudizio delle caratteristiche di trasmissione del sistema stesso, in un sistema rigido come l'attuale di un cavo con amplificatori. Era quindi assolutamente necessario posare tutto il cavo imbarcato. Per tale ragione si era deciso di aggiungere in sede di progetto una percentuale in più dello stretto necessario per tener conto di eventuali dirottamenti dovuti a condizioni di mare sfavorevoli o a piccoli errori di calcolo dell'imbandito ecc. Si trattava tuttavia di una percentuale minima che non poteva in nessun modo essere superata.

Terminata la posa del cavo di atterraggio (lato Continente) ed effettuato il giunto fra di esso e il cavo terrestre, posato in precedenza, il cavo imbarcato è rimasto collegato alla centrale terminale. La posa del blocco A iniziò con condizioni di mare e di tempo ottime alle ore 21,15 del 31 ottobre 1957. La posa del cavo è stata effettuata da prua.

Durante la posa si poteva comunicare dalla nave con la centrale terminale lato Continente a mezzo telefono. Dalla centrale venivano inviati segnali di ampiezza nota su diverse frequenze nella banda 20-260 kHz e sulla nave se ne controllava il livello in arrivo. Alternativamente dalla nave venivano pure inviati segnali di ampiezza nota a diverse frequenze della banda 312-552 kHz il cui livello era controllato in centrale all'arrivo.

Alle ore 23,50 il primo ripetitore era messo a mare con successo. La posa è proseguita regolarmente ad una velocità di 5,5 m.n./h, salvo durante il periodo intercorrente fra la messa del ripetitore in acqua ed il suo arrivo sul fondo in cui la velocità veniva ridotta a circa 2,5÷2,7 m.n./h. La velocità media di posa è risultata di circa 4 m.n./h.

Durante la posa la rotta era continuamente controllata, la distanza percorsa registrata e così pure la lunghezza di cavo posato. Il fondo era scandagliato in modo continuo con lo scandaglio elettroacustico e le letture messe a confronto col profilo previsto. Nella fig. 2 sono segnate le posizioni in cui i sei ripetitori sono stati posati.

Alle 15,30 del 1° novembre la posa del blocco A era terminata e la nave veniva arrestata per il controllo delle caratteristiche di trasmissione del blocco posato. Alle ore 21 al termine dei controlli sul cavo praticamente a regime veniva accertato che le caratteristiche erano variare esattamente secondo le previsioni e venivano date disposizioni per eliminare l'eccesso del cavo lasciato inserito per ragioni prudenziali.

Alle 0,30 del 2 novembre dopo aver terminato le operazioni di giunzione fra il blocco A e quello B la posa veniva ripresa ed alle 13,50 del 2 novembre era conclusa con l'arrivo sulla boa a cui era fissato il cavo di atter-

raggio lato Sardegna, posato in precedenza. Si provvedeva a portare a bordo la testa del cavo di atterraggio, ad aggiustare la lunghezza della sezione al valore desiderato salpando del cavo posato e rettificando il percorso.

Si procedeva quindi, dopo un controllo sui due tratti di cavo verso il Continente e verso la Sardegna, alla effettuazione del giunto finale che alle ore 0,30 del 3 novembre veniva buttato a mare e a mezzo radio si aveva comunicazione dalla stazione terminale che il collegamento risultava stabilito.

Le misure di livello effettuate a scopo di controllo dalla stazione terminale a distanza di qualche giorno dopo la posa hanno avuto esito pienamente soddisfacente confermando l'esattezza delle previsioni circa l'entità delle variazioni di caratteristiche del cavo in seguito alla posa.

Le stesse misure ripetute a distanza di un anno e di un anno e mezzo dalla posa sono risultate completamente soddisfacenti, mostrando variazioni di entità minima e comunque comprese nei limiti di errore delle apparecchiature di misura. La messa a punto della tecnica di posa dei ripetitori e le modifiche alle strutture della nave sono dovute all'ing. Luigi Schiaffino, mentre i metodi

di controllo elettrico ed in particolare quelli per la misura di precisione dell'attenuazione sono stati studiati e realizzati dal sig. Bruno Bortoletto, entrambi dello Stabilimento Pirelli di Arco Felice.

Si ringrazia il Ministero delle Poste e delle Telecomunicazioni per l'autorizzazione alla pubblicazione della presente nota.

Manoscritto pervenuto il 1° dicembre 1960.

BIBLIOGRAFIA

- [1] G. DI PIRRO: *Sui progressi della telefonia a grande distanza* - « Rend. A.E.I. », VI, 1927 p. 21. Si veda quanto riportato alle pagg. 53 e 54.
- [2] R. MONELLI ed E. OCCHINI: *Tolleranze costruttive dei cavi sottomarini con ripetitori sommersi*. - « Alta Frequenza », XXIX, giugno 1960, p. 337.
- [3] G. PALANDRI: *Sulla tecnica costruttiva dei cavi per telefonia a mezzo di frequenze portanti*. - Recensione su « l'Elettrotecnica », vol. XXIX, N. 16, agosto 1942, p. 359.
- [4] R. J. HALSEY and J. F. BAMPTON: *System design for Newfoundland - Nova Scotia link*. - « P.I.E.E. », 1957, Vol. 104, Part B.

L'industria elettrica Italiana nel 1959

(Da una pubblicazione della ANIDEL desumiamo le seguenti notizie).

Lo sviluppo degli impianti generatori.

La consistenza totale degli impianti elettrici italiani generatori di energia, a fine anno 1959, risultava la seguente:

- potenza degli impianti idroelettrici 11 940 409 kW;
- potenza degli impianti termoelettrici 4 571 042 kW, compresi 314 550 kW degli impianti geotermoelettrici.

zioni geografiche e per fonti energetiche, è riportata nelle tabelle di pagina seguente.

La potenza degli impianti idroelettrici è aumentata nel 1959 di 303 000 kW pari al 2,87 %, quella degli impianti termoelettrici è aumentata di 1 099 000 kW pari al 31,65 %.

La suddivisione per categorie di produttori della potenza dei nuovi impianti elettrici italiani entrati in servizio nel 1959 è la seguente:

- imprese elettrocommerciali 275 639 kW negli impianti idroelettrici e 808 385 kW negli impianti termoelettrici;
- aziende municipalizzate 8 658 kW negli impianti idroelettrici e 18 370 kW negli impianti termoelettrici;



Fig. 1. — Rete di linee ad altissima tensione (125 e 220 kV).

Erano in corso di costruzione a fine anno 1959 impianti idroelettrici per una potenza di 1 666 607 kW e impianti termoelettrici per una potenza di 1 322 301 kW.

La situazione degli impianti generatori al 31 dicembre 1959.

La situazione degli impianti idroelettrici e termoelettrici italiani al 31 dicembre 1959, con la suddivisione per riparti-

— autoproduttori 30 710 kW negli impianti idroelettrici e 257 453 kW negli impianti termoelettrici.

La capacità produttiva media annua degli impianti in servizio al 31 dicembre 1959 ammonta a 57 miliardi e 531 milioni di kWh, cifra largamente sufficiente per far fronte ad eventuali annate idrologicamente sfavorevoli e ad eventuali maggiori richieste dell'utenza.

SUDDIVISIONE DELLA POTENZA INSTALLATA IDROELETTRICA E TERMoeLETTRICA.

Ripartizioni geografiche	Impianti idroelettrici		Impianti termoelettrici ⁽¹⁾	
	Migliaia di kW	% del totale	Migliaia di kW	% del totale
Italia settentrionale . . .	8 970	75,1	2 273	51,9
Italia centrale	1 297	10,9	1 195	26,2
Italia meridionale	1 443	12,1	491	10,7
Sicilia	119	1,0	370	8,1
Sardegna	111	0,9	142	3,1
Totale	11 940	100,0	4 571	100,0

POTENZA INSTALLATA E PRODUCIBILITÀ ANNUA.

Impianti	Potenza installata		Producibilità annua ⁽²⁾	
	Migliaia di kW	% del complesso	Milioni kWh	% del complesso
Idroelettrici	11 940	72,3	37 516	65,2
Termoelettrici	4 257	25,8	17 815	31,0
Geotermoelettrici . . .	314	1,9	2 200	3,8
In complesso	16 511	100,0	57 531	100,0

⁽¹⁾ Quando non siano esplicitamente menzionati, gli impianti geotermoelettrici sono compresi nei termoelettrici.

⁽²⁾ La producibilità, per gli impianti idroelettrici, corrisponde all'energia producibile in un anno idrologicamente normale; per gli impianti termoelettrici, è computata in base alle usuali ipotesi di utilizzazione della potenza, tenendo conto delle prestazioni ottenibili dalle moderne unità.

I serbatoi stagionali.

Nel 1959 sono entrati in servizio nuovi serbatoi che hanno portato la capacità utile di invaso a fine anno a 3 862 milioni di m³, equivalenti a 5 686 milioni di kWh, con un incremento nell'anno di 120 milioni di kWh pari al 2,16 %.

Alla fine del primo semestre del 1960 queste cifre erano già aumentate: la capacità di invaso era di 3 882 milioni di m³ con un equivalente in energia di 5 890 milioni di kWh.

La rete di trasporto ed interconnessione.

Nel 1959 sono entrati in servizio nuovi elettrodotti per 1 128 km di palificazione, segnando, rispetto al 1958, i seguenti aumenti:

- elettrodotti a 220 kV: km 553, pari al 7,82 %;
- elettrodotti a 120÷150 kV: km 575, pari al 2,91 %.

A fine anno 1959 si avevano quindi per le linee ad altissima tensione le risultanze riportate nel prospetto seguente:

SVILUPPO DELLA RETE AD ALTISSIMA TENSIONE (km di palificazione)

	Linee a 220 kV	Linee a 120÷150 kV	In complesso
Situazione al 31-12-1958 . .	7 070	19 747	26 817
Entrate in servizio nel 1959 .	553	575	1 128
Situazione al 31-12-1959 . .	7 623	20 322	27 945

La produzione di energia elettrica nel 1959.

La produzione di energia elettrica in Italia è stata nel 1959 di 49 miliardi e 350 milioni di kWh con un aumento di 3 miliardi e 858 milioni, pari all'8,48 %, rispetto al 1958.

La cifra di 49 miliardi e 350 milioni di kWh costituisce il nuovo massimo annuale della generazione di energia elettrica in Italia.



Fig. 2. — Planimetria degli impianti del Lys.

L'energia elettrica messa a disposizione dell'utenza italiana segna un aumento pari all'8,57 %, percentuale che è una delle più alte che si siano avute nella gamma dei valori di incremento annuo riscontrati negli ultimi anni.

La suddivisione percentuale della produzione termoelettrica del 1959 a seconda del tipo di combustibile utilizzato è la seguente:

Carbone	15,96%	Nafta	43,03%
Lignite	10,73%	Gas d'alto forno . .	3,34%
Metano	26,90%	Bassi prodotti . . .	0,04%

Il bilancio riepilogativo della produzione di energia elettrica nel 1959 e di quella destinata al consumo italiano, che tiene conto del saldo degli scambi con l'estero, presenta sinteticamente le seguenti risultanze:

PRODUZIONE, IMPORTAZIONE, ESPORTAZIONE NEL 1959 E VARIAZIONI RISPETTO AL 1958.

Energia	Milioni di kWh	% del totale	Variazioni %
Energia prodotta da impianti:			
idroelettrici	38 398	77,8	+ 6,8
termoelettrici	8 873	18,0	+16,6
geotermoelettrici	2 079	4,2	+ 7,7
Totale	49 350	100,0	+ 8,5
Energia importata	351		+20,4
In complesso	49 701		+ 8,6
Energia esportata	162		+ 5,1
Energia destinata al consumo italiano	49 539		+ 8,6

L'anno 1959 è stato nel suo complesso idrologicamente favorevole, sia per abbondanza di afflussi sia per altri elementi, come la distribuzione locale e stagionale degli apporti in forma di pioggia o in forma di neve.

Gli scambi di energia elettrica con l'estero.

Gli scambi di energia effettuati con l'estero sono stati, come è nella loro natura, di entità marginale segnando nel 1959 un saldo attivo di 189 milioni di kWh.

L'importazione di energia è stata di 351 milioni di kWh (contro 291 milioni nel 1958) e l'esportazione di 162 milioni di kWh (contro 154 milioni nel 1958).

RIPARTIZIONE DELLA PRODUZIONE DEL 1959.

Categorie di produttori	Idro-elettrica	Termo-elettrica	In complesso	
	Milioni di kWh	Milioni di kWh	Milioni di kWh	% del totale
Imprese elettrocomm. . .	29 396	7 797	37 193	75,4
Aziende municipalizz. . .	2 836	75	2 911	5,9
Autoproduttori	5 306	3 080	8 386	17,0
Ferrovie dello Stato . . .	860	—	860	1,7
Totale	38 398	10 952	49 350	100,0

PRODUZIONE ANNUA DEL 1959 E VARIAZIONI RISPETTO AL 1958.

Ripartizioni geografiche	Idro-elettrica	Termo-elettrica	In complesso		Variazioni %
	Milioni di kWh	Milioni di kWh	Milioni di kWh	% del totale	
Italia settentrionale . . .	29 080	5 204	34 284	69,5	+ 5,7
Italia centrale.	4 049	3 782	7 831	15,9	+14,3
Italia meridionale	4 630	634	5 264	10,6	+17,5
Sicilia	244	1 146	1 390	2,8	+21,5
Sardegna	395	186	581	1,2	+ 0,7
Totale	38 398	10 952	49 350	100,0	+ 8,5

Gli impianti idroelettrici ultimati nel 1959.

Nel corso del 1959 sono entrati in servizio impianti idroelettrici per una potenza efficiente di 297 401 kW, con una producibilità media annua di 806 milioni di kWh.

Esaminando la potenza dei nuovi impianti idroelettrici entrati in servizio nel corso dell'anno si rileva che essa appar-

tiene per l'87 % alle imprese elettrocommerciali, per il 2,8 % alle aziende municipalizzate e per il 10,2 % agli autoproduttori.

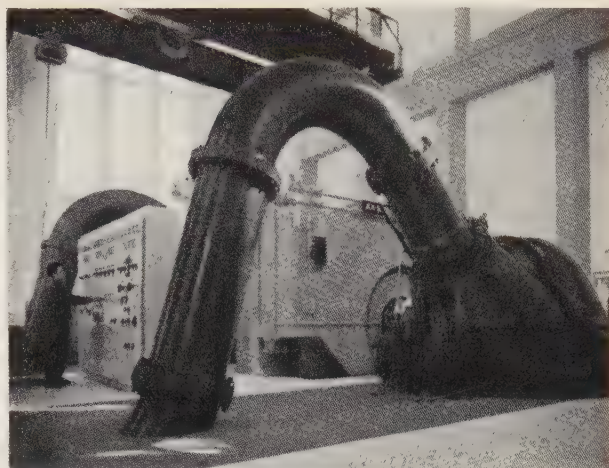


Fig. 3. — Sala macchine della centrale di Sendren (Lys).

Impianti idroelettrici entrati in servizio nell'anno 1959.

Imprese elettrocommerciali.	kW
Soc. Idroelettrica Piemonte — Sendren	9 220
Soc. Idroelettrica Piemonte — Zuino	21 100
Soc. Idroelettrica Piemonte — Pont Saint Martin	10 000
Cons. Elettrico Buthier — Valpelline (gr. ausiliario)	1 000
Cons. Elettrico Buthier — Place Moulin	—
Soc. Vizzola — Lanzada (2° gr.) (Mallero)	63 000
Soc. Vizzola — Serbatoio Campo Moro	—
Soc. Edisonvolta — Serbatoio Venerocolo	—
Soc. Edisonvolta — Palù Cogolo (completamento serbatoio di Pian Palù III fase)	—
Industria elettrica INDEL — Molini di Tures	14 500
Soc. Elettrica Selt-Valdarno — San Silvestro (Val Ncana)	55 000
Soc. Elettrica Selt-Valdarno — Serbatoio Val Ncana	—
Off. Elettriche di Dobbiaco — Schmelze	680
Forza Elettrica Valeggio s. Mincio — Serbatoio Pradastua (ampl.)	—
Soc. Elettro Industriale ANSIEI — Somprade	8 100
Idroelettrica di Montebelluna — Passanese	700
Soc. Terni — Recentino (2° gr.)	21 000
Unione Esercizi Elettrici — San Lazzaro (2° e 3° gr.)	6 720
Soc. Idroelettrica Tevere — Ponte Felice	16 500
Soc. Idroelettrica Alto Liri — San Biagio Saracinisco.	3 200
Soc. Idroelettrica Alto Liri — Serbatoio Selva	—
Soc. Idroelettrica del Carpino — Carpino 1° salto	1 000
Soc. Meridionale di Elettricità — Bussento 2° salto (2° gr.)	27 000
Totale	kW 258 720

Aziende municipalizzate.

A.E.M. — Torino — Serbatoio Lago Eugio	—
A.E.M. — Rovereto — Chizzola	1 260
A.E.M. — Tione di Trento — Bersaglio	516
A.G. SS. MM. — Verona — Valbona	1 915
A.G. SS. MM. — Verona — Busa (imp. di pompaggio)	4 600
Ente Siciliano di Elettricità — Serbatoio Pozzillo	—
A.I.M. — Petralia Sottana — Cateratte (ampliam.)	55
Totale	kW 8 346

Autoproduttori.

Soc. Metallurgica Cobiainchi — Rosarolo	1 700
Soc. Ventre e Bardella — Coggiola	35
Soc. El. ed Elettroch. del Caffaro — Fontanamora	800
Soc. Ilva — Resio (Sacca)	11 600
Soc. Alluminio Veneto — Zevio	16 200
Soc. Idroelettrica Atesina — Serbatoio Monguelfo	—
Totale	kW 30 335
TOTALE GENERALE	kW 297 401

Impianti del Lys della Società Idroelettrica Piemonte (figure 2 e 5).

Gli impianti di Sendren e di Zuino utilizzano il medio corso del Lys, uno dei maggiori affluenti della Dora Baltea nella Valle d'Aosta.

L'impianto di Sendren, posto a quota 1 403, utilizza le acque del Lys immediatamente a valle dello scarico della centrale di Gressoney La Trinité; nella sala macchine della centrale è installato il gruppo generatore costituito da un alter-

stante serbatoio di Campo Moro e nel mese di aprile è entrato in servizio un secondo gruppo di 66 700 kW.

Il serbatoio di Campo Moro, di 10 milioni di m³, è stato ottenuto sbarrando l'alta valle del torrente Lanterna con due dighe di cui la principale a gravità in calcestruzzo e la seconda in muratura di pietrame a secco. La prima, alta 96 m, ha uno sviluppo al coronamento di 180 m. La diga in pietra-
me è alta 34,50 m.

La potenza totale installata nella centrale di Lanzada è di 133 400 kW e la producibilità annua è di 234 milioni di kWh.



Fig. 4. — Impianti del Mallero.

natore da 12 500 kVA azionato da due turbine Pelton a due getti.

L'impianto di Zuino, posto a quota 978, utilizza le acque del torrente Lys poco a valle dell'abitato di Gressoney Saint Jean.

Un tronco di canale a pelo libero, lungo circa 80 m, adduce l'acqua al bacino di regolazione di Bielciuken della capacità di 90 000 m³. Nella sala macchine della centrale è installato un gruppo generatore costituito da un alternatore da 27 500 kVA azionato da due turbine Pelton ad un getto.

La producibilità annua dei due impianti è rispettivamente di 41 e 107 milioni di kWh.

Impianti del Mallero della Vizzola S.p.A. (fig. 4).

Nell'ottobre 1957 è entrato in servizio un gruppo da 66 700 kW nella centrale di Lanzada; all'inizio del 1959 il sovra-

Impianto di Pont Saint Martin della Società Idroelettrica Piemonte.

I lavori di ammodernamento e di potenziamento della centrale hanno comportato la posa di una nuova condotta forzata, la installazione di tre nuovi gruppi generatori da 22 000 kVA ciascuno e il rifacimento completo della stazione di trasformazione, che è stata convertita dalla vecchia tensione di uscita di 66 kV a quella attuale di 132 kV.

La potenza installata risulta di 51 450 kW e la producibilità annua di 130 milioni di kWh.

Serbatoio del Pian Palù della Edisonvolta S.p.A. (fig. 6).

Nell'alta valle del Noce di Val del Monte (Trentino) è stata completata l'ultima fase della costruzione della diga che crea il serbatoio del Pian Palù di 15,5 milioni di metri cubi, che

provvede alla regolazione annuale dell'energia producibile nella sottostante centrale di Cogolo.

Per le particolari caratteristiche geologiche del terreno lo sbarramento è stato realizzato con una diga del tipo in bloc-

Serbatoio del Venerocolo della Edisonvolta S.p.A. (fig. 9).

Il serbatoio del Venerocolo rientra nello schema di utilizzazione dell'alta Val d'Avio (Val Camonica) e completa l'impianto del Pantano d'Avio (potenza installata 14 100 kW, pro-

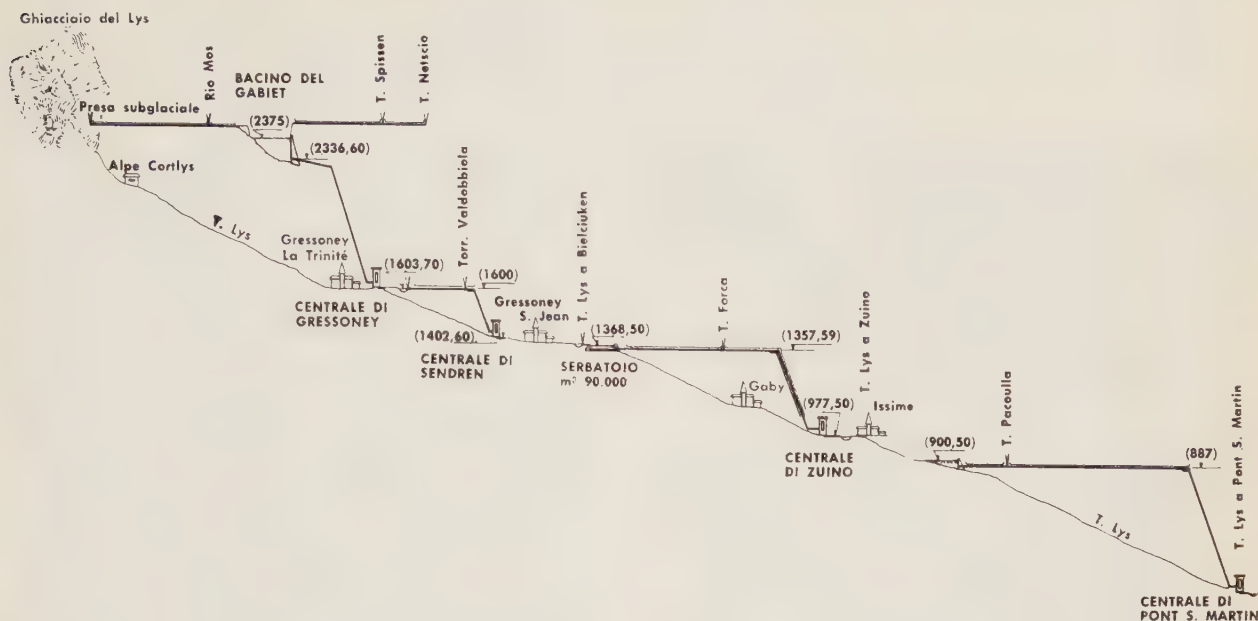


Fig. 5. — Profilo degli impianti sul Lys.

chi di calcestruzzo, con paramento di monte rivestito da un manto di ferro puro ARMCO.

Impianti di Val Noana della Società Elettrica Selt-Valdarno.

L'impianto di Val Noana utilizza le acque dell'alto bacino del Cismon e affluenti, convogliandole nel serbatoio artificiale della capacità di 9 milioni di m³, realizzato nel torrente Noana mediante una diga ad arco-cupola (fig. 8).

ducibilità media annua 16,7 milioni di kWh). Il nuovo serbatoio integra con la propria capacità quella del serbatoio principale del Pantano d'Avio, accrescendo il totale volume disponibile per la regolazione dei deflussi estivi del bacino imbrifero sotteso dall'impianto.

Il nuovo serbatoio ha una capacità utile di 2,5 milioni di m³, con quota di massimo invaso a 2 538,40 m; è stato ottenuto con una diga ad andamento planimetrico spezzato, costituita da due tronchi a gravità massiccia e da 8 elementi cavi nella zona centrale, avente uno sviluppo complessivo al coronamento di 363 m ed un'altezza massima di 31,4 m.

Impianto di San Biagio Saracinisco della Società Idroelettrica Alto Liri consociata della Società Romana di Elettricità (fig. 10).

L'impianto idroelettrico di San Biagio Saracinisco è alimentato dagli apporti del Rio Chiaro (affluente del Volturno) e dal Rapido (affluente del Garigliano) che sono stati convogliati in un serbatoio della capacità di 2 milioni di m³, ottenuto sbarrando la valle dell'alto Rapido con una diga in terra di 34 m di altezza e lunga al coronamento 190 m.

I deflussi del serbatoio vengono convogliati a mezzo di una galleria in pressione lunga 4,3 km e di una condotta forzata, nella centrale.

L'impianto ha una potenza installata di 3 200 kW e una producibilità media annua di 30 milioni di kWh, di cui 5,5 milioni nell'impianto di San Biagio Saracinisco e 24,5 milioni nell'impianto di Cassino I.

Impianto di Ponte Felice della Società Idroelettrica Tevere.

L'impianto di Ponte Felice è il terzo di quelli messi in costruzione sul Tevere dalla SIT (fig. 11).

Lo sbarramento e la centrale sono collegati idraulicamente da un canale derivatore della portata di 300 m³/s che sottende due anse del fiume.

Lo sbarramento è del tipo a soglia bassa a quattro luci di 20 m, sormontato da quattro paratoie a settore.

La centrale ha una potenza installata di 19 500 kW e una producibilità di 82 milioni di kWh.

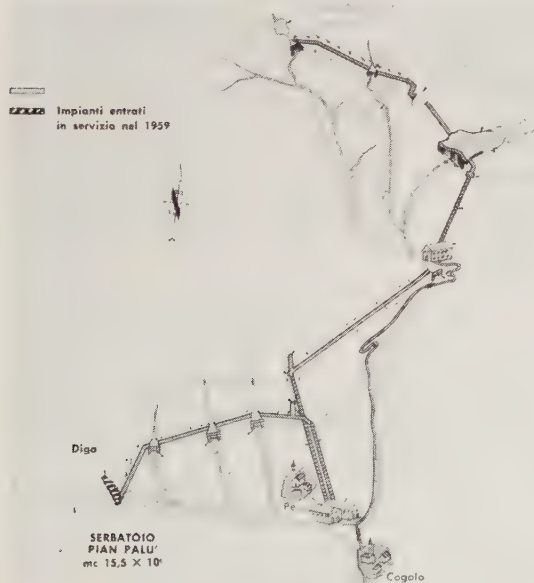


Fig. 6. — Impianto di Pian Palù.

Dal serbatoio le acque vengono addotte alla centrale, della potenza di 55 586 kW, con una producibilità di 118 milioni di kWh.

Impianto del Bussento della Società Meridionale di Elettricità.

La diga di sbarramento, che crea un serbatoio di regolazione giornaliero-settimanale della capacità utile di 400 000 m³ è del tipo in materiale lapideo sciolto (rock-fill) con paramento a monte impermeabile, costituita da lastroni di calcestruzzo di cemento armato ricoperto da fogli di Oppanol di 2 mm di spessore, protetti da uno strato di calcestruzzo a riquadri. Essa ha uno sviluppo al coronamento di 155 m e un'altezza massima di 32 m.



Fig. 7. — Diga del Pian Palù.

Gli impianti idroelettrici in costruzione al 31 dicembre 1959.

A fine anno 1959 risultavano in costruzione impianti idroelettrici per una potenza di 1 666 607 kW, con una producibilità media annua di 5 miliardi e 398 milioni di kWh.

Di essi il 62,3 % appartiene alle imprese elettrocommerciali, il 28,5 % alle aziende municipalizzate, il 3,7 % agli autoproduttori e il 5,5 % alle Ferrovie dello Stato. Sommando la producibilità dei nuovi impianti idroelettrici in costruzione a quella degli impianti idroelettrici già in servizio al 31 dicembre 1959, che ammontava a 37 miliardi e 516 milioni di kWh, si ha che, a lavori ultimati, gli impianti idroelettrici avranno una producibilità media annua di 42 miliardi e 914 milioni di kWh corrispondente al 65 % circa delle risorse idroelettriche italiane economicamente utilizzabili.

Impianti idroelettrici in costruzione al 31 dicembre 1959.

Imprese elettrocommerciali.

	kW
Soc. Piemonte Centrale di Elett. - Paesana (*)	15 300
Soc. Edisonvolta - Varzo-Crevola	47 640
Comp. Imprese Elettriche Liguri - Stura di Demonte	
1° salto (Pietraporzio)	13 550
Cons. Elettrico Buthier - Serbatoio Place Moulin	—
Soc. Vizzola - Sondrio (Mallero 2ª fase) (1)	150 000
Kraftwerke Hinterrhein (2) - Valle di Lei-Ferrera	(186 900)
Kraftwerke Hinterrhein (2) - Sufers-Baerensburg	(230 400)
Kraftwerke Hinterrhein (2) - Baerensburg-Sils	(235 200)



Fig. 8. — Impianti di Val Noana.

Kraftwerke Hinterrhein (2) - Serbatoio Valle di Lei	—
Acc. e Ferr. Lombarde Falck - Ganda (2° gr.) (*)	28 500
Acc. e Ferr. Lombarde Falck - Serbatoio Frera (*)	—
Soc. Elettrica Selt-Valdarno - Gargnano	123 240
Soc. Elettrica Selt-Valdarno - Serbatoio Toscolano	—
Soc. Idroelettrica Alto Chiese - Cimego-Storo (*)	18 900
Soc. Idroelettrica Sarca-Molveno - Torbole	124 600
Soc. Idroelettrica Sarca-Molveno - Serbatoio Molveno	—
Soc. Trentina di Elettricità - Fontana Bianca	10 500
Soc. Trentina di Elettricità - Santa Valburga (*)	46 900
Soc. Trentina di Elettricità - Sarentino (*)	22 442
Soc. Trentina di Elettricità - Serb. Zoccolo	—
Soc. Trentina di Elettricità - Serbatoio Lago Verde	—
Soc. Trentina di Elettricità - Serb. Fontana Bianca (*)	—
Soc. Adriatica di Elettricità - Pontesei (*)	7 800
Soc. Adriatica di Elettricità - Soverzene (ampl.)	—
Soc. Adriatica di Elettricità - Quero	30 000
Soc. Adriatica di Elettricità - Serbatoio Vodo	—
Soc. Adriatica di Elettricità - Colomber	9 000
Soc. Adriatica di Elettricità - Degano	55 000

Soc. Adriatica di Elettricità - Serbatoio Vaiont	—
Soc. Idroelettrica Medio Adige - Isola Serafini	50 000
Soc. Terni - Triponzo (*)	6 440
Soc. Idroelettrica Tevere - Corbara Baschi	100 000

Soc. Generale Elettrica della Sicilia - Guadalami (Alto Belice)	84 000
Soc. Elettrica Sarda - Casteldoria	6 150
Soc. Idroelettrica Taloro - Taloro 1° salto	42 400
Soc. Idroelettrica Taloro - Taloro 2° salto	27 200
Soc. Idroelettrica Taloro - Taloro 3° salto	6 360
Soc. Idroelettrica Taloro - Serbatoio Taloro 1° salto (Diga di Gusana)	—
Totale	kW 1 152 782

Aziende municipalizzate.

A.E.M. - Torino - Agnel-Serrù-Mua II	34 000
A.E.M. - Milano - Grosio (*)	214 000
A.E.M. - Milano - Diga Val Grosina (*)	—
A.E.C. - Bolzano e Merano - Naturno	110 000
Comune di Genova - Brugnato	9 575
Comune di Genova - Serbatoio Brugnato	—
A.A.M. - San Remo - Tenarda	500
A.C.E.A. - Roma - Serbatoio Bomba o Sant'Angelo	—
Ente Autonomo Volturno - Ponte Annibale	9 400
Ente Siciliano di Elettricità - Barca	9 900
Ente Siciliano di Elettricità - Paternò	15 430

Totale kW 402 805

Autoproduttori.

Soc. Industria Tessuti Filati - Sizzano (Ghemme)	1 100
Soc. El. ed Elettroch. del Caffaro - Ponte Caffaro II (*)	32 580
Soc. Montecatini - Slingia (allacciam. a Glorenza)	—
Soc. Ind. Cementif. Emiliane - Mignano	4 480
Soc. G. B. Mancini - Colle Lindra	863
Soc. Forze Idrauliche del Liri - Nibbio (ampliamento)	700
Soc. Cartiere Tritto - Tritto	550
Soc. delle Cartiere Meridionali - Carnello	985
Soc. Ind. Metallurgica SIMET - Picentino 3° salto	2 400
Ente Aut. Acquedotto Pugliese - Grottaglie (ampliam.)	562

Totale kW 44 220

Ferrovie dello Stato.

Ferrovie dello Stato - Monastero	66 800
--	--------

Totale kW 66 800

TOTALE GENERALE kW 1 666 607

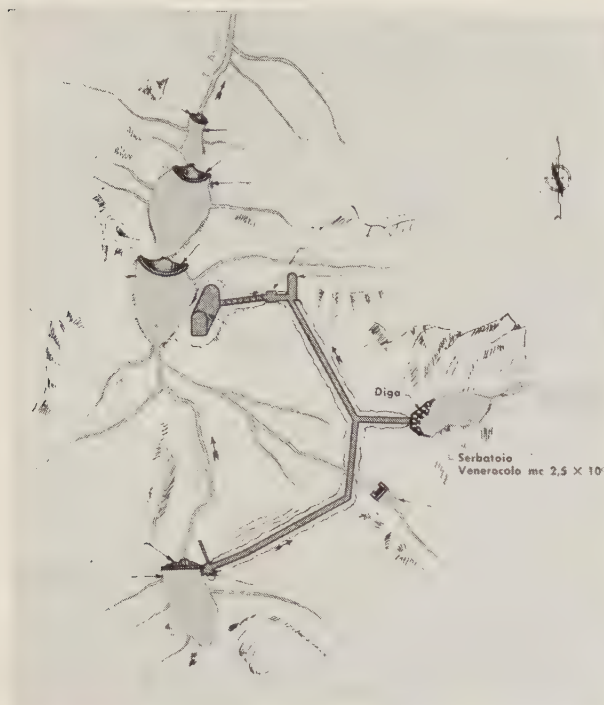


Fig. 9. — Serbatoi della Val d'Avio.

Soc. Idroelettrica Tevere - Serbatoio Corbara	—
Unione Esercizi Elettrici - Serbatoio Talvacchia	—
Unione Esercizi Elettrici - Serbatoio Tavernelle	—
Soc. Idroelettrica Alto Liri - Pontecorvo (*)	22 200
Soc. Idroelettrica Alto Liri - Serbatoio Pontecorvo (*)	—
Soc. Romana di Elettricità - Canistro (*)	6 770

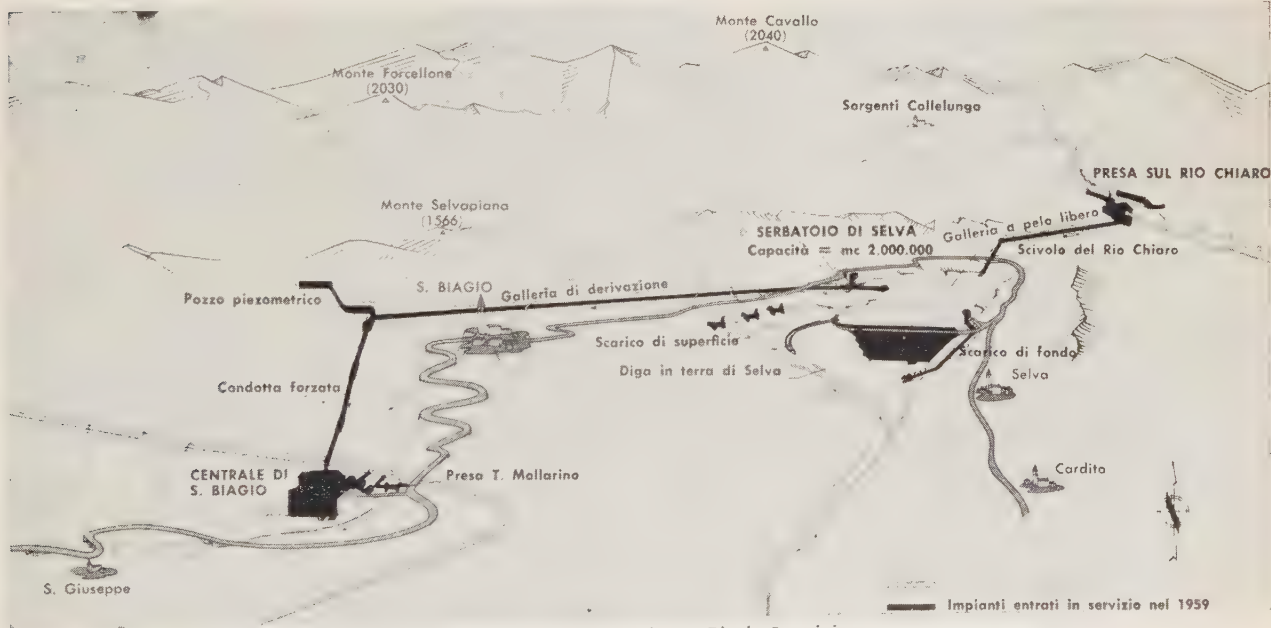


Fig. 10. — Impianto di San Biagio Saracinisco

Soc. Terni - Piaganini	1 400
Soc. Terni - Provvidenza (3° gr.)	65 000
Unione Industriale - Lentella	30 000
Soc. Elettrica Abruzzese «SEA» - Pietracamela	1 490
Soc. Meridionale di Elettricità - Mucone 1° e 2° salto (ampl.) (*)	—

(*) Impianto entrato in servizio nel primo semestre del 1960.
(1) Il primo gruppo è entrato in servizio nel primo semestre del 1960.

(2) Alla realizzazione degli impianti del sistema del Reno posteriore ed affluenti, il gruppo Edison partecipa con una quota del 20% del totale. Le cifre fra parentesi si riferiscono alla potenza totale degli impianti.

Gli impianti termoelettrici ultimati nel 1959.

Nel corso del 1959 è entrato in servizio un cospicuo complesso di impianti termoelettrici per una potenza efficiente di 1 081 038 kW, con una capacità produttiva di 5 miliardi e 670 milioni di kWh, supposta una utilizzazione media annua di 5 000 ore.

Esaminando la potenza dei nuovi impianti termoelettrici entrati in servizio nel corso dell'anno si rileva che essa appartiene per il 74,8 % alle imprese elettrocommerciali, per l'1,7 % alle aziende municipalizzate e per il 23,5 % agli autoproduttori.

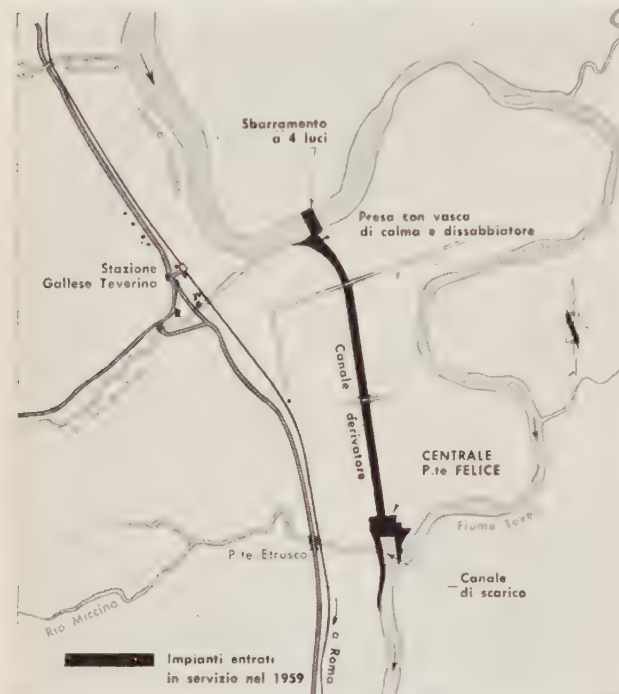


Fig. 11. — Impianto di Ponte Felice.

Impianti termoelettrici entrati in servizio nell'anno 1959.

Imprese elettrocommerciali.

Soc. Idroelettrica Piemonte — Luigi Selmo (Chivasso)	
III sezione	23 000
Soc. Idroelettrica Piemonte — Luigi Selmo (Chivasso)	
IV sezione	140 000
Soc. Termo Elettrica Italiana — Tavazzano II	140 000
Industrie Riunite di Filati — Daste (ampliamento)	1 250
Soc. Elettrica Weissenfels — Weissenfels (Fusine)	306
Soc. Adriatica di Elettricità — Porto Corsini I sezione	70 000
Soc. Larderello — Bagnore 1° (1)	3 000
Soc. Termoelettrica Tirrena — Civitavecchia II sezione	150 000
Soc. Idroelettrica Liri — Avezzano	2 380
Soc. Nolana per Imprese Elettriche — Nola	850
Azienda Elettrica di Forio d'Ischia — Forio (ampliam.)	480
Soc. Gen. Pugliese di Elettricità — Bari II sezione	68 500
Soc. Gen. Pugliese di Elettricità — Bari III sezione	68 500
Soc. TIFEO — Augusta I sezione	70 000
Soc. TIFEO — Augusta II sezione	70 000
Bofondi Carlo — Pantelleria (Tracino)	46
Impr. El. D'Anna e Bonaccorsi — Ustica (ampliam.)	73
Totale kW	808 385

Aziende municipalizzate.

A.E.M. - Milano — Comasina	18 000
Totale kW	18 000

(1) Impianto geotermoelettrico.

Autoproduttori.

Fiat — Mirafiori III (ampliamento)	19 800
Industria Filati e Tessuti — Opificio Vecchio	400
Pettinatura Italiana — Vigliano Vercellese	900
Cartiere A. Binda — Crusinallo	635
Soc. Italgisa — Bagnolo Mella	8 000
Soc. Italcementi — Villa di Serio	5 100
Cartiere A. Binda — Vaprio d'Adda	635
Off. Elettrochimiche Trentine — Calusco	12 500
Cotonificio Cederna — Gratosoglio	500
Ambrogio Pagani — Bergamo	338
Soc. Vetrococo — Azotati II	70 000
IROM — Porto Marghera	1 900
Soc. Aquila — Zaule (ampliamento)	3 000
Esso Standard Italiana — Trieste	300
Ferrania — Ferrania (ampliamento)	2 590
G.C. osta fu Andrea — Spa	700
A.N.I.C. — Ravenna (2° e 3° gr.)	75 000
Soc. Montecatini — Ferrara (ampliamento)	20 000
Orbat — Forlimpopoli (ampliamento)	800
Bombrini-Parodi-Delfino — Colleferro	1 380
Zuccherificio di Avezzano — Avezzano	27 375
Gulf Italia Company — Ragusa	2 800
Totale kW	254 653

TOTALE GENERALE kW 1 081 038

Impianto termoelettrico « Luigi Selmo » in Chivasso della Società Idroelettrica Piemonte (fig. 12).

Nel novembre 1959 è entrata in servizio la quarta sezione della potenza di 140 000 kW nella centrale termoelettrica di Chivasso, preceduta nel marzo dello stesso anno dalla terza sezione di 23 000 kW.

Le due nuove sezioni sono in grado di funzionare indifferentemente a nafta o a gas naturale.

La centrale di Chivasso in complesso ha una potenza di 303 000 kW, con una capacità produttiva annua di 1 miliardo e mezzo di kWh, e costituisce perciò il più grande centro di produzione termoelettrica nazionale attualmente in esercizio.

Impianto di Tavazzano della Società Termo Elettrica Italiana (fig. 13).

L'impianto di Tavazzano I, in servizio dal 1952, ha una potenza di 125 000 kW su due gruppi, mentre Tavazzano II, entrato in servizio nel 1959, consta di un gruppo della potenza unitaria di 140 000 kW, con una capacità produttiva annua di un miliardo di kWh.

Il consumo specifico medio è di 2 224 cal/kWh reso sull'alta tensione al netto del consumo dei servizi ausiliari.

Impianto di Porto Corsini della Società Adriatica di Elettricità.

Nella centrale di Porto Corsini è entrata in servizio nel 1959 la prima sezione della potenza di 70 000 kW, mentre l'entrata in servizio della seconda sezione di uguale potenza è prevista per il mese di gennaio 1960.

Il progetto prevede l'installazione di una terza sezione della potenza unitaria di 140 000 kW da impostarsi in relazione all'eventivo incremento dei consumi di energia elettrica delle reti di distribuzione a sud del Po.

Impianto di Civitavecchia della Società Termoelettrica Tirrena (fig. 14).

La centrale di Civitavecchia ha due sezioni: la prima di 70 000 kW, entrata in servizio nel 1953 e la seconda di 150 000 kW, entrata in servizio nel 1959.

La seconda sezione consta di un generatore di vapore avente una capacità di produzione di 450 t/h alla pressione di esercizio di 135 kg/cm², alla temperatura di 540 °C di surriscaldamento e di 540 °C di risurriscaldamento, atto a bruciare carbone e nafta, e comprende un turboalternatore da 150 000 kW composto da una turbina a risurriscaldamento e a condensazione, e da un alternatore da 160 000 kVA, direttamente accoppiato, raffreddato ad idrogeno.

La capacità produttiva annua della seconda sezione è di 750 milioni di kWh.

Impianto di Bari della Società Generale Pugliese di Elettricità.

La seconda e la terza sezione dell'impianto termoelettrico di Bari sono state messe in servizio rispettivamente nel gennaio e nel novembre del 1959.

Impianto di Augusta della Società Tifeo (fig. 15).

La centrale termoelettrica di Augusta è costituita da tre sezioni monoblocco, ciascuna della potenza nominale di 70 000 kW, unità che hanno dimostrato nelle prove di collaudo di

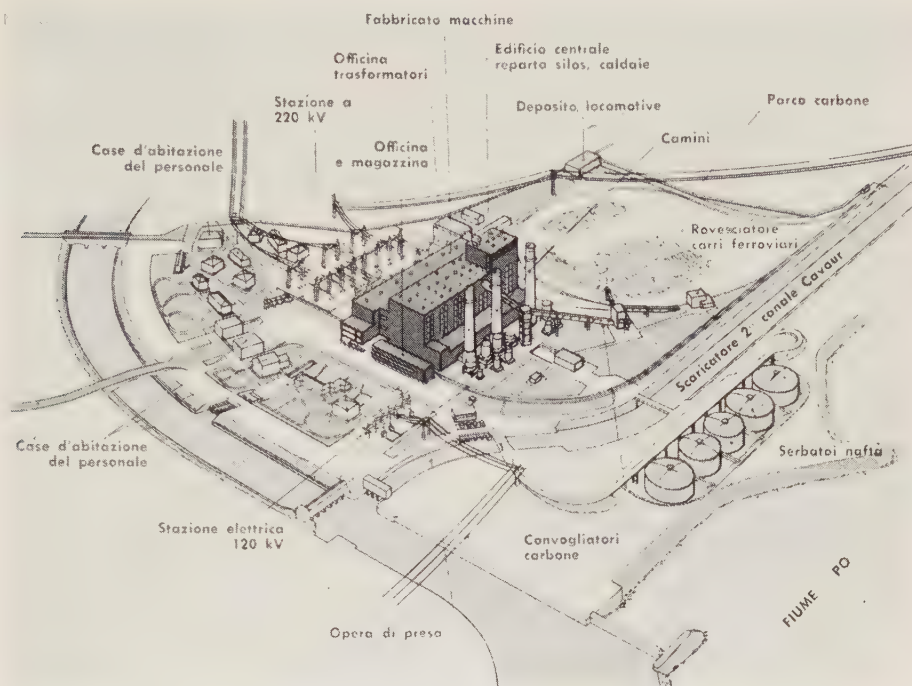


Fig. 12. — Impianto termoelettrico di Chivasso.

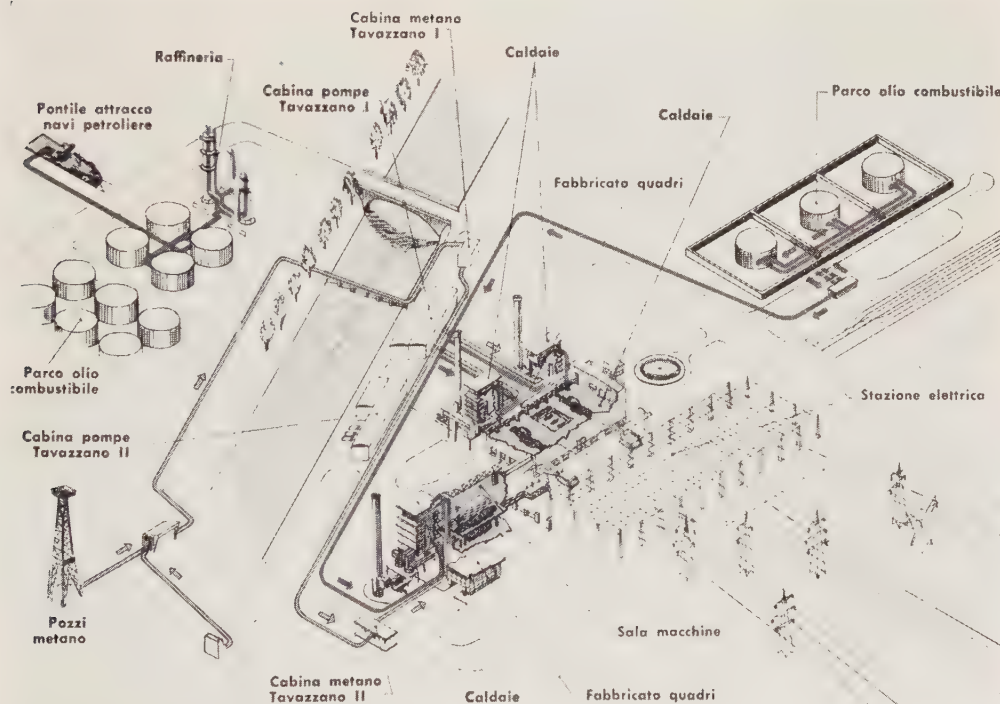


Fig. 13. — Impianto termoelettrico di Tavazzano II.

L'impianto ha una potenza installata di 205 500 kW su tre sezioni da 68 500 kW ciascuna; la capacità produttiva dell'impianto è di oltre un miliardo di kWh all'anno.

L'impianto è attrezzato per funzionare con olio combustibile residuo, con carbone, con gas di raffineria e con metano.

poter sviluppare una potenza massima continua di 75 000 kW. La prima e la seconda sezione sono entrate in servizio nel 1959; la terza è prevista entro il 1960.

La centrale completa avrà una potenza di 217 200 kW, tenendo conto anche di due gruppi ausiliari da 3 600 kW cia-

scuno, con una capacità produttiva annua di un miliardo e 200 milioni di kWh.

Gli impianti termoelettrici in costruzione al 31 dicembre 1959.

A fine anno 1959 risultavano in costruzione impianti termoelettrici per una potenza di 1 322 301 kW, con una capacità produttiva media annua di 6 miliardi e 825 milioni di kWh. Essi appartengono per l'81,6 % alle imprese elettrocom-

Impianti termoelettrici in costruzione al 31 dicembre 1959.

Imprese elettrocommerciali.

	kW
Soc. Vizzola - Turbigo (*)	70 000
Soc. Edisonvolta - Genova	160 000
Soc. Adriatica di Elettricità - Porto Corsini II sez. (*)	70 000
Soc. Elettrica Selt-Valdarno - Livorno	152 000
Soc. Termoelettrica Elbana - Portoferraio (ampliam) (*)	3 500

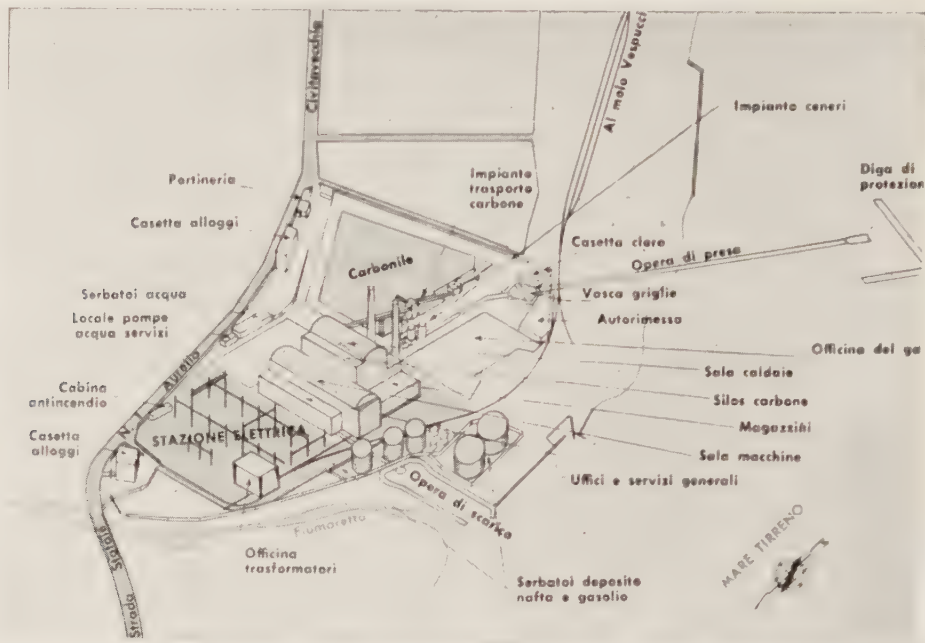


Fig. 14. — Impianto termoelettrico di Civitavecchia.

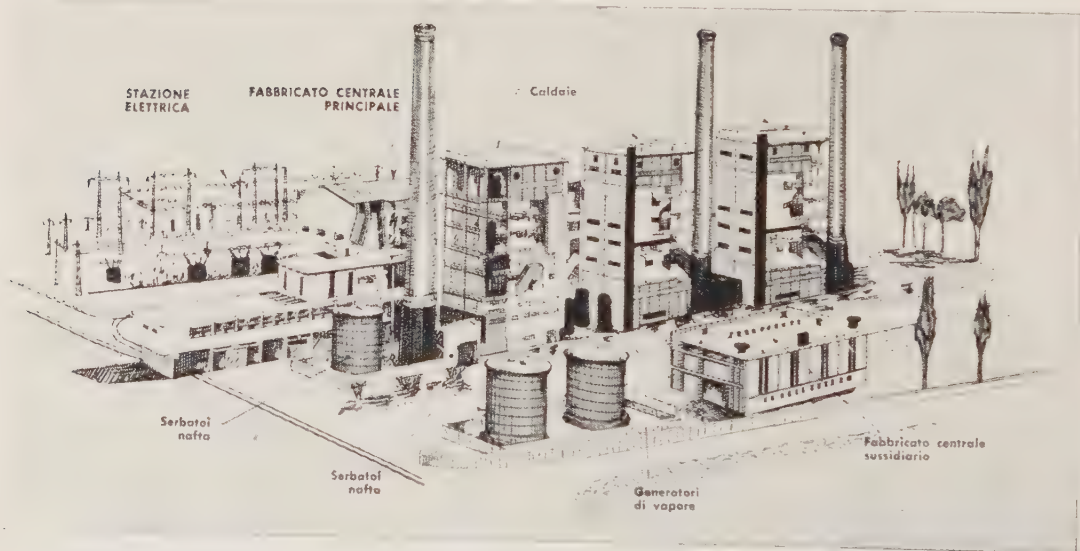


Fig. 15. — Impianto termoelettrico di Augusta.

merciali, per il 5,7 % alle aziende municipalizzate e per il 12,7 % agli autoproduttori.

Sommando la capacità produttiva dei nuovi impianti termoelettrici già in servizio al 31 dicembre 1959, che ammontava a 20 miliardi e 15 milioni di kWh, si ha che a lavori ultimati gli impianti termoelettrici avranno una capacità produttiva media annua totale di 26 miliardi e 840 milioni di kWh.

Soc. Larderello - Lago (1)	18 500
Soc. Larderello - Bagnore 2° (1) (*)	3 000
Soc. Meridionale di Elettricità - Napoli Levante	300 000
Soc. TIFE0 - Augusta III sezione	70 000
Soc. TIFE0 - Termini Imerese	220 000
Soc. Generale Elettrica della Sicilia - Trapani	12 000

Totale kW 1 079 000

<i>Aziende municipalizzate.</i>		kW
A.E.M. - Milano e Serv. Municip. del Comune di Brescia - Cassano d'Adda		75 000
<i>Totale</i>		kW 75 000
<i>Autoproduttori.</i>		kW
Soc. Manifattura Rossari e Varzi - Varallino		710
Soc. Cartiere di Verona - Milano (*)		6 000
Soc. Cartificio Ermolli - Moggi Udinese (ampl.)		475
Soc. Montecatini - Ferrara (ampliamento)		20 000
Soc. Orsi Mangelli - Forlì (ampliamento)		5 500
Soc. Ilva - Piombino (ampliamento)		15 000
Soc. Cellulosa d'Italia - Chieti		3 616
Soc. Ilva - Bagnoli (ampliamento)		36 000
Soc. Montecatini - Brindisi I fase		41 000
Soc. Montecatini - Brindisi II fase		40 000
<i>Totale</i>		kW 168 301
TOTALE GENERALE kW 1 322 301		

(*) Impianto entrato in servizio nel primo semestre del 1960.
(¹) Impianto geotermoelettrico.

Gli impianti di trasporto e interconnessione.

Nell'anno 1959 sono entrati in servizio nuovi elettrodotti a tensione di 220 kV per 553 km di palificazioni e di 849 km di terne, ed elettrodotti a tensione 120÷150 kV per 575 km di palificazioni e di 621 km di terne.
La rete elettrica di trasporto e interconnessione, che è aumentata nel 1959 di 1 128 km di palificazioni e 1 470 km di terne, presenta a fine anno 1959 le seguenti risultanze:

	Palificazioni km	Terne km
Elettrodotti a 220 kV	7 623	9 254
Elettrodotti a 120÷150 kV	20 322	23 233
<i>Totale</i>	27 945	32 487

* *

Nuova centrale nucleare inglese. — Il Central Electricity Generating Board ha chiesto l'autorizzazione per la costruzione di una centrale nucleare a Wylfa (Anglesey). La centrale è prevista per 800 000 kW e sarà destinata ad erogare l'energia sulla rete nazionale inglese a 400 kV.
Questa sarà la ottava centrale nucleare inglese. Le altre sono: Berkeley (275 000 kW), Bradwell (300 000 kW), Hinkley Point (500 000 kW), Trawsfynydd (500 000 kW), Dungeness (550 000 kW), Sizewell (580 000 kW).

* *

La via a rulli - un nuovo sistema per strade di grande traffico. — Un nuovo sistema, rivoluzionario, è stato proposto dalla Westinghouse, per lo smaltimento del traffico sulle strade di grande comunicazione.
Il sistema chiamato «Roller-Road» dovrebbe permettere di trasportare automobili e loro occupanti comodamente a velocità fino di 240 km/h.
La strada, nel nuovo sistema, è composta di una serie di rulli di gomma, distanziati di circa 7 m e comandati da mo-

tori singoli; su di essi poggerebbero lunghi carrelli a fondo piatto che verrebbero sostenuti e fatti avanzare dai rulli; sui carrelli verrebbero caricate le automobili.
I carrelli non avrebbero alcuna apparecchiatura che possa dar occasione a guasti o incidenti. Ogni pista della strada è sostituita da un sistema di rulli che formano la superficie stradale e pensano ad accelerare, mantenere in movimento e arrestare al punto opportuno i carrelli.
L'arresto avverrebbe in punti fissi prestabiliti dove le automobili verrebbero caricate e scaricate automaticamente in un tempo minimo.
I carrelli sarebbero lunghi circa 35 m, e potrebbero comodamente contenere 10 automobili, e potrebbero funzionare in serie di 3 a 10 unità, in condizioni normali.
A fianco della strada a rulli sono disposte due rotaie di guida e i carrelli sono provvisti di ruote che, poggiando contro le guide, mantengono in linea i carrelli e che potrebbero anche essere usate per azionare piccoli generatori per illuminazione o riscaldamento.

Il tempo impiegato da una serie di 10 carrelli lunghi 35 m per passare sopra un rullo, a 240 km/h, è di circa 5 secondi; i motori quindi funzionerebbero per 5 secondi e poi resterebbero inerti fino all'arrivo di un nuovo convoglio; i motori potrebbero quindi venire sovraccaricati per il breve tempo di servizio e risulterebbero perciò di dimensioni ridotte.
Ogni rullo sarebbe equipaggiato con un motore trifase, un convertitore di coppia, un freno e un riduttore.
Gli automobilisti che desiderino entrare nella via a rulli non avranno altro da fare che portare le loro macchine sulla piattaforma predisposta a fianco della via; questo sarà l'ultimo intervento ad essi richiesto fino a che la macchina sarà stata automaticamente scaricata all'arrivo.

* *

Una gigantesca gru da 600 tonnellate è stata installata nell'impianto idroelettrico del Niagara, presso le cascate.
La gru sarà impiegata per il montaggio dei 13 alternatori Westinghouse da 150 000 kW che saranno installati in questo impianto che sarà il più potente impianto idroelettrico del mondo.
Il pezzo più pesante di questi alternatori raggiunge quasi le 600 t. Il rotore pesa infatti 590 t e dovrà essere sollevato e abbassato in posto entro lo statore, con un gioco di soli 16 mm; contemporaneamente 23 pernotti nella parte inferiore del rotore dovranno imboccare corrispondenti alloggiamenti sull'albero, con un gioco di 1/100 mm.
Il comando della grande gru è quindi estremamente dolce e preciso, ed è realizzato col sistema detto O-Matic. La gru ha una luce di 17 m e pesa 900 t: durante le prove ha sollevato un carico di 750 t.

* *

Per la misura continua della frequenza delle pulsazioni del cuore in una persona durante il lavoro è stata studiata dalla Philips una speciale apparecchiatura che non porta alcun impedimento ai movimenti della persona in osservazione.
Viene applicata al lato dell'orecchio una piccola pinza che porta una piccola lampada a incandescenza e un fototransistore in modo che fra i due sia interposto il lobo dell'orecchio. A ogni pulsazione del cuore corrisponde una variazione della quantità di sangue circolante nel lobo e quindi la trasparenza di questo; in corrispondenza varia la corrente nel fototransistore.
Gli impulsi di tensione che si ricevono, dopo amplificazione, vengono applicati a un conformatore di impulsi che fornisce, ad ogni battito del cuore, un impulso rettangolare. Questo a sua volta, per mezzo di un transistor di commutazione, provoca il funzionamento di un oscillatore a bassa frequenza (3 000 Hz) che modula l'onda portante di una piccola emittente (frequenza 10 a 15 MHz). Il segnale può essere captato da un comune ricevitore radio e ad ogni battito si sente un brevissimo segnale.

Tutta l'apparecchiatura, molto leggera, può agevolmente essere portata con un apposito cinturone in vita.

Si può anche facilmente realizzare una registrazione dei battiti.



Fig. 1. — L'apparecchiatura per la misura dei battiti del cuore.

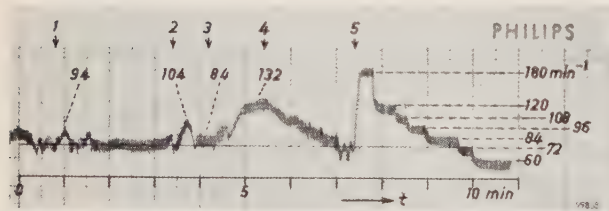


Fig. 2. — Esempio di registrazione: a sinistra, persona seduta; al tempo 1 la persona sposta la sedia e poi rimane tranquilla; in 2 si alza e poi resta tranquilla; fra 3 e 4 la persona compie 20 profonde genuflessioni e poi torna a sedersi, in 4; dopo 2 minuti la frequenza è ridivenuta normale.

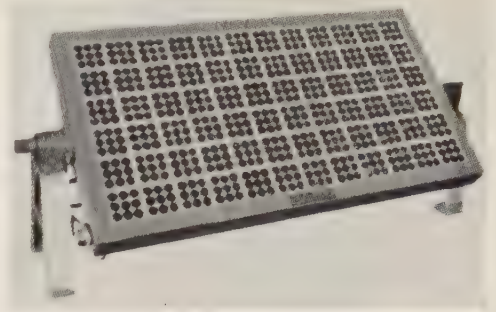
* *

Un faro marittimo alimentato esclusivamente da una batteria solare è stato installato nel Giappone a Ikadase (Hiroshima).

Il faro è munito di una lampada da 10 W a 12 V che funziona automaticamente da 30 minuti prima del tramonto fino a 30 minuti dopo il levare del sole, dando 2 lampi in 3 secondi con 4 secondi di pausa, in un periodo totale di 7 secondi; esso è visibile, nella notte, a una distanza di 11 a 13 km.

La potenza necessaria è fornita interamente da una batteria solare, la quale consiste di 648 elementi immersi in resina acrilica, montati su un telaio in ferro di $0,6 \times 1,2$ m, posta sulla parete sud del faro, con una inclinazione di $35^\circ \pm 10^\circ$. La batteria può erogare 13,5 W a 12 V; l'energia erogata viene immagazzinata in una batteria di accumulatori al nichel-cadmio. La capacità della batteria è di 75 Ah sufficiente per

alimentare la lampada del faro anche per un periodo continuo di cattivo tempo estivo per 40 giorni senza bisogno di venire ricaricata dalla batteria solare.



Vista della batteria solare.

* *

Progetto di trasmissione a corrente continua ad alta tensione nella Nuova Zelanda. — È attualmente in attento studio da parte del governo della Nuova Zelanda un progetto per il collegamento delle due grandi isole con un cavo sottomarino a $\pm 250\,000$ V a corrente continua e di una lunga linea aerea alla stessa tensione, pure a corrente continua.

Si tratta di trasmettere una potenza di 600 MVA dalla centrale di Benmore (Isola sud) alla stazione di Haywards (Isola



Fig. 1. — Planimetria generale della linea a corrente continua a ± 250 kV.

nord) presso Wellington, su una distanza totale di oltre 600 km, attraversando lo stretto di Cook.

Vennero confrontati 3 progetti: linea a corrente alternata a 400 kV fino allo stretto e attraversamento in cavo a 110 kV; linea a 400 kV corrente alternata e attraversamento con cavo

a corrente continua ± 250 kV; collegamento interamente a corrente continua ± 250 kV.

Questa ultima soluzione si è dimostrata la più conveniente dal punto di vista economico per quanto riguarda l'impianto mentre le spese di esercizio non sono apparse molto diverse nei due casi.

La posa del cavo sottomarino a corrente continua nello stretto non porta alcuna preoccupazione circa le interferenze magnetiche a bordo delle navi transanti, date le condizioni locali.

La rete a corrente continua sarà messa a terra alle due estremità; in caso di emergenza si potrà continuare l'eserci-

* *

Un Convegno di studio sulle grandi macchine sincrone si è tenuto presso l'Istituto Elettrotecnico Nazionale Galileo Ferraris in Torino, per iniziativa della Direzione della Sezione Elettromeccanica del Corso di perfezionamento in Elettrotecnica, incoraggiata e validamente coadiuvata da Società Elettriche, con l'intento di dare la possibilità, sia agli ingegneri neo-laureati, sia a quelli che già svolgono attività professionale, di aggiornare ed approfondire con discussioni le loro conoscenze su questioni inerenti al tema indicato.

Il convegno si ricollega ad altri, già denominati « settima-

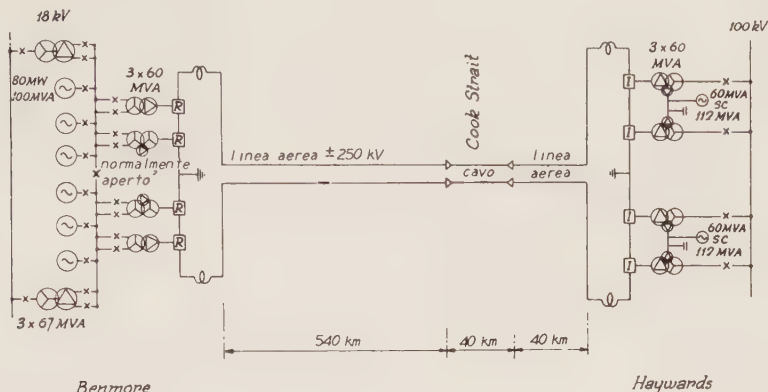


Fig. 2. — Schema del collegamento attraverso lo stretto di Cook.

zio con il 50 % della potenza usando il ritorno a terra; ad ogni modo nella terra fluirà corrente in caso di squilibri fra le due polarità. La messa a terra di Haywards sarà eseguita con elettrodi immersi in mare in punti lontani per evitare danneggiamenti alle condutture interrate; la centrale di Benmore è in località isolata e la presa di terra potrà essere fatta in luogo.

Sono allo studio i provvedimenti per limitare i disturbi alle telecomunicazioni da parte delle linee aeree a corrente continua a alta tensione.

La centrale di Benmore avrà una potenza installata di 480 MW e potrà produrre 2 200 milioni di kWh all'anno. Essa entrerà in funzione nel 1965.

* *

La International Measurement Conference - IMEKO, che ha tenuto la sua prima riunione a Budapest nel 1958, tornerà a riunirsi nella stessa città dal 26 giugno al 4 luglio 1961.

In occasione della riunione sarà anche tenuta una Mostra internazionale di strumenti di misura scientifici e tecnici.

Alla IMEKO aderisce anche l'Italia e il Membro corrispondente è il prof. E. Perucca.

Gli interessati possono rivolgersi per informazioni ecc., o al prof. Perucca (Roma, piazzale delle Scienze 7), oppure direttamente a Mr. György Striker, Executive Secretary - IMEKO 1961 (Budapest 5. POB 3) per quanto riguarda la riunione e a: IMIS 1961 Budapest Fair Bureau (Budapest XVI Városliget) per quanto riguarda la Mostra.

* *

Una Esposizione internazionale dedicata alle misure, al controllo, alla regolazione e all'automatismo, detta Mesucora, sarà tenuta a Parigi dal 9 al 17 maggio 1961. È assicurata la partecipazione di espositori appartenenti a 13 Paesi.

Parallelamente all'Esposizione si terrà anche un Congresso internazionale sul tema generale « Recenti progressi risultanti dall'associazione delle tecniche meccaniche, elettriche, elettroniche e nucleari nelle misure, nei controlli e nella regolazione automatica ». Sono previste 9 sedute.

Per informazioni rivolgersi a: Mesucora - Service de Propagande - 40 rue du Colisée (Parigi VIII).

ne di studio sui problemi di elettromeccanica », che, per iniziativa dei compianti proff. Giancarlo Vallauri, fondatore dell'Istituto, e Giuseppe Massimo Pestarini, titolare di cattedra presso di esso, si svolsero nei mesi di maggio del 1939 e del 1940 (Pubblicazioni IEN n. 63 e n. 97).

La mattina del 5 dicembre 1960, dopo un'introduzione del prof. A. Carrer, organizzatore del Convegno, il prof. U. Frediani ha trattato dei criteri di dimensionamento delle grandi macchine sincrone isotrope, seguito dal prof. G. Di Vito con alcune considerazioni sulle reattanze interne, e nel pomeriggio dagli ingg. S. Barigozzi e R. Olliveri Petiva con un'esposizione circa la tecnica costruttiva dei turboalternatori, rispettivamente, europea e americana. Il 6 mattina l'ing. S. Barigozzi si è occupato delle macchine sincrone per accoppiamento con motori primi idraulici, l'ing. E. Ge dei grandi compensatori sincroni isotropi e anisotropi, l'ing. G. F. Odaglia dei materiali per macchine sincrone; nel pomeriggio, il prof. B. Cerretelli ha parlato dell'eccitazione delle macchine sincrone e l'ing. M. Pellaschi della protezione di esse.

L'importanza del convegno ha fatto sì che i partecipanti manifestassero il vivo auspicio che riunioni analoghe possano tenersi, con una certa periodicità, per discutere ancora e svolgere argomenti affini di elettrotecnica ed elettromeccanica.

* *

Convegno Internazionale delle Comunicazioni — Premi

Vengono istituiti, nell'ambito del « Convegno Internazionale delle Comunicazioni » che ha luogo a Genova in occasione delle « Celebrazioni Colombiane » premi destinati a cittadini italiani autori di « memorie » di particolare valore scientifico, tecnico ed applicativo.

Le « memorie » dovranno pervenire non oltre il 31 luglio 1961 al Civico Istituto Colombiano, Segreteria « Convegno Internazionale delle Comunicazioni », Palazzo Tursi, Genova.

Nel caso che nessuna delle « memorie » concorrenti a un dato premio risulti meritevole di assegnazione, il premio stesso verrà rimesso a concorso l'anno successivo.

Le « memorie » premiate verranno illustrate dai rispettivi autori, durante i lavori del Convegno alle Sezioni di competenza.

L'importo dei premi è di L. 300 000 ciascuno.

I premi saranno consegnati dal Capo dello Stato il 12 ottobre 1961 nella seduta plenaria conclusiva dei lavori del « IX Convegno Internazionale delle Comunicazioni ».

Segue l'elenco dei temi per i singoli premi :
 Premio Esso Standard Italiana : *Le autostrade: tecnica della costruzione, funzionalità, sviluppi.*
 Premio « Fiat » : *Ricerche teoriche determinate e studi per la soluzione di problemi ferroviari.*

Premio Consorzio Autonomo del Porto di Genova : *Il diritto di stabilimento e le regole di concorrenza del Trattato di Roma nei loro riflessi sulle attività portuali e marittime dei Paesi della Comunità Economica Europea.*

Premio Soc. Piaggio e C. : *Soluzioni VTOL e STOL applicabili al velivolo subsonico da trasporto.*

Premio Civico Istituto Colombiano : *Contributo alla soluzione del problema della navigazione umana extra-atmosferica.*

Premio Fondazione Ugo Bordoni : *Impostazione di qualche particolare problema di ricerca operativa nel campo delle telecomunicazioni.*

Premio « Sirti » : *Piano di commutazione telefonica mondiale.*

Premio « Ericsson » : *Sviluppo delle reti urbane di giunzione e criteri per la loro progettazione. Possibilità offerte a questo riguardo dai moderni sistemi di commutazione automatica e relativi codici di segnali in essi adottati.*

Premio « Telettra » : *Interconnessione tra ponte radio e cavo coassiale, con particolare riferimento ai sistemi di scambio a fasci multipli.*

In alternativa : *Sistemi telegrafici a modulazione di ampiezza e a modulazione di frequenza nei confronti delle caratteristiche dei supporti di trasmissione.*

* *

In occasione del conferimento della IV Medaglia d'Oro Guido Donegani per la metallurgia leggera, si svolgerà a Milano nei giorni 7-8-9 ottobre il **V Convegno del Centro Leghe Leggere dell'Associazione Italiana di Metallurgia** sul tema : « **Trattamenti superficiali dell'alluminio** ».

Verranno in particolare trattati l'ossidazione anodica e i procedimenti di preparazione chimica ed elettrochimica.

Coloro che intendono partecipare a tale Convegno sono pregati di inviare la loro adesione alla Segreteria della Associazione Italiana di Metallurgia, Milano, via della Moscova 16.

Il titolo delle memorie dovrà essere comunicato entro il 30 aprile 1961 assieme ad un ampio riassunto (una pagina dattiloscritta), mentre il testo definitivo dovrà essere presentato il 30 giugno 1961.

* *

Bando di concorso della Fondazione « Alfredo Scaglioni ». — Il concorso ha per oggetto un'opera inedita o edita successivamente al 1° gennaio 1959, nel campo della sociologia o dell'economia delle aree depresse, in generale, del Mezzogiorno in particolare.

Il premio consiste nella somma di L. 3 000 000 (tre milioni) ed è indivisibile.

I lavori in cinque copie dattiloscritte o in cinque esemplari dovranno pervenire alla Fondazione Alfredo Scaglioni (presso Cassa per il Mezzogiorno - Eur - Roma), entro e non oltre il 31 ottobre 1961.

* *

Un **Corso** su « **i mezzi dielettrici e magnetici** » organizzato dalla Société Royale Belge des Electriciens si svolgerà a Bruxelles nei mesi aprile e maggio 1961. Il Corso comprenderà 16 lezioni, affidate a 14 personalità particolarmente competenti.

Le lezioni si svolgeranno nei giorni di lunedì 24 aprile - 4-15-29 maggio, al mattino e al pomeriggio.

La quota di iscrizione è di 400 franchi belgi. Rivolgersi a Mr. T. Etlis - Secrétaire des Cours post-scolaires (Bruxelles 5 - rue de Livourne 78).

LIBRI E PUBBLICAZIONI

W. SCHUISKY : *Berechnung elektrischer Maschinen*. (Springer. Vienna, 1960. Un volume di 17 x 25 cm, 534 pagine e 389 figure, rilegato. Prezzo 26,20 dollari).

L'Autore, consulente della ASEA e già noto per altre pubblicazioni, fra le quali due volumi rispettivamente sui motori elettrici (1951) e sulle macchine a induzione (1957), arricchisce ora la sua produzione col presente notevole trattato, di carattere più generale, sul calcolo delle macchine elettriche.

È particolarmente da segnalare il criterio adottato per la suddivisione della materia : e cioè in ogni capitolo è trattato un gruppo omogeneo di questioni relative ai diversi tipi di macchina anziché il complesso delle questioni relative a una data macchina. Da ciò una visione unitaria, assai utile sia sotto il punto di vista didattico sia sotto quello delle applicazioni pratiche.

I principali argomenti sono : avvolgimenti ; campo magnetico ; campi armonici ; perdite nel ferro ; caratteristica di magnetizzazione ; perdite nel rame ; perdite addizionali ; dispersioni ; resistenze e reattanze ; regimi transitori ; costanti di tempo ; forze meccaniche, riscaldamento ; dimensionamento. Chiude il volume una scelta bibliografia.

L'opera è assai pregevole per chiarezza di esposizione e ricchezza di dati (formule, tabelle, diagrammi), come pure per la presentazione grafica (testo e figure). Essa è principalmente destinata ai progettisti, ma riuscirà certamente utile anche ai non specialisti.

* *

O. BENEDIKT : *Die nomographische Methode der Berechnung komplizierter und stark gesättigter magnetischer Kreise elektrischer Maschinen*. (Ungarischen Akademie der Wissenschaften, Budapest, 1960. Un volume di 24,5 x 17,5 cm, 288 pagine, 86 figure, 3 tavole. Senza indicazione di prezzo).

L'Autore è uno specialista di calcolo nomografico, che adopera da circa venticinque anni per il progetto dei circuiti ma-

gnatici delle macchine elettriche. Nel presente trattato, in lingua tedesca, egli si propone, esponendo le basi teoriche del suo metodo e illustrandole con numerosi esempi pratici, di mostrare che le calcolazioni relative ai casi anche più complicati si possono svolgere in modo molto semplice. Il metodo può inoltre essere applicato a problemi di diversa natura, di cui sono date indicazioni nell'ultimo capitolo del volume.

Non è possibile riassumere in una breve recensione neppure i concetti informativi del metodo, che sono esposti nei primi tre capitoli, comprendenti oltre cento pagine, dedicati a uno studio generale delle riluttanze di tronchi di circuiti magnetici di forma svariata, alla costruzione dei nomogrammi dei singoli tronchi e a quella di tronchi disposti in serie. Basterà dire che i nomogrammi servono in definitiva a tracciare la caratteristica magnetica. I capitoli successivi, fino al nono, contengono poi lo studio particolareggiato di diversi casi particolari specialmente importanti (denti a cave, traferri, ecc.).

L'esposizione è molto diffusa e completa, arricchita di belle illustrazioni e numerosi esempi, così che la lettura risulta facile. Il volume è evidentemente destinato ai progettisti di macchine elettriche, ma anche gli studenti possono leggerlo con profitto. Il metodo sembra effettivamente suggestivo e utile, anche se, come al solito, i metodi grafici di calcolo sono uno strumento di carattere piuttosto personale.

La bella edizione completa i pregi dell'opera. Peccato che si usino i gauss e le amperspire al centimetro!

* *

H. PFEIFFER : *Elektronisches Rauschen - Teil I: Rauschquellen*. (G. B. Teubner, Leipzig, 1959. Un volume di 15 x 22 cm, VI + 302 pagine, 90 figure. Prezzo 25 DM).

Un trattato sul fruscio, teorico e nello stesso tempo pratico, perchè, riducendo al minimo indispensabile le trattazioni ge-

nerali, contiene invece molto diffuse quelle relative ai diversi componenti di uso più comune.

I primi due capitoli sono dedicati rispettivamente agli strumenti matematici e alle basi fisiche, costituite dalla teoria del diodo piano, dall'equazione di Levellin-Peterson e dalle onde di carica spaziale. Nel terzo capitolo sotto il titolo di fruscio delle resistenze sono raccolti il fruscio termico, quello delle antenne, quelli dovuti alla granulosità della corrente, quelli nei semiconduttori (diodi e transistori). Segue lo studio dei tubi elettronici per basse frequenze; fruscio di emissione nei diodi e triodi, fruscio di ripartizione, di emissione secondaria e dovuto a coni positivi. Infine vengono i tubi per alte frequenze, ivi compresi klystron, tubi per onde progressive e tubi con gas, maser.

Di ogni elemento viene svolta succintamente, ma in modo esauriente, la teoria, prima di dedurre le espressioni necessarie al calcolo del fruscio. Curve sperimentali e dati empirici rendono direttamente utilizzabili i risultati. In appendice sono infine raccolte numerose tabelle di notevole utilità.

Un'opera dunque interessante per lo studioso e per il tecnico, presentata in ottima veste editoriale.

*

J. M. SOMERVILLE: *The Electric Arc*. (Methuen's Monographs on Physical Subjects. London, Methuen & Co. Ltd, 1959. Prezzo 12 s 6 d).

I fenomeni associati al passaggio dell'elettricità attraverso i gas dipendono grandemente dalla natura e pressione del gas, dai materiali di cui sono costituiti gli elettrodi e dalla forma sia di questi ultimi che del recipiente che « contiene » la scarica; dipendono poi in modo particolare dall'intensità della corrente. Se però questa è sufficientemente alta, e cioè raggiunge valori dell'ordine tra 10^{-1} e 10 A, allora le scariche hanno in comune molte importanti caratteristiche pur verificandosi in condizioni assai diverse: esse allora prendono il nome di « scariche ad arco » o « archi elettrici ».

Il libro del Somerville prende in considerazione questo genere di scariche esponendo in forma semplice e chiara, seppure assai sintetica, quelle che sono le attuali conoscenze sul fenomeno, le ipotesi formulate per spiegare i risultati delle osservazioni, nonché le principali tecniche che si usano per studiarle, rinviando per un esame più approfondito alla bibliografia, che è particolarmente ricca e bene selezionata. Non si tratta però di una guida bibliografica in senso stretto, ma piuttosto di una monografia corredata di opportune indicazioni bibliografiche.

Una breve introduzione delimita il campo dei fenomeni studiati ed illustra le caratteristiche principali degli archi elettrici.

Nella prima parte, dedicata all'arco stabile, si esaminano in un capitolo i fenomeni che si manifestano lungo la colonna dell'arco stesso ed in un altro quelli in corrispondenza delle giunzioni agli elettrodi, catodo ed anodo. Si tratta in genere di fenomeni assai complessi la cui conoscenza e spiegazione è tutt'altro che completa e sicura; le varie conoscenze, osservazioni ed ipotesi sono esposte in modo ordinato e chiaro.

La seconda parte tratta dei vari modi con cui si può avviare un arco stabile; si considera in modo particolare il fenomeno della scarica a scintilla, mentre tra gli altri modi si esaminano le scariche luminescenti, gli archi corti, quelli nel vuoto e quelli « trascinati », cioè quelli ottenuti chiudendo ed aprendo il contatto tra gli elettrodi.

L'esposizione è piana e la lettura facile, l'interesse è tenuto sempre vivo anche mediante frequenti riferimenti agli aspetti tecnici e pratici dei fenomeni che si considerano, i quali vanno dall'uso della colonna dell'arco come sorgente di luce alle possibili reazioni termonucleari nelle colonne ad alte temperature.

*

Nachrichtentechnische Fachberichte - Beihefte del NTZ - Band 10, 1958. (Vieweg & Sohn, Braunschweig, 1958. Un fascicolo di 11+85 pagine, di $21 \times 29,5$ cm, in broccatura. Senza indicazione di prezzo).

Il fascicolo, pubblicato a cura del dipl. ing. J. Wosnik, raccoglie le 15 comunicazioni presentate ad un congresso, tenuto a Colonia nel 1957 sulle tecniche dei telecomandi, nonché un intervento nella discussione, relativo al sistema di regolazione della rete elettrica svizzera, che, per interesse ed importanza, si configurava come una vera e propria comunicazione.

La tecnica dei telecomandi e quella, ad essa collegata, delle telemisure e della elaborazione centralizzata di dati, pur già largamente diffuse anche in passato, hanno assunto, negli ultimi anni, una importanza veramente notevole, sia per la loro estensione e per l'interesse dei problemi risolti con il ricorso a queste tecniche, sia anche per le caratteristiche dei problemi teorici sollevati dal loro impiego. Sembra, pertanto, più che giustificato il fatto che tali questioni siano state discusse in un congresso, al quale parteciparono circa 300 persone e durante il quale poterono scambiarsi i risultati delle proprie esperienze tecnici di campi molto disparati.

Delle memorie presentate alcune trattano di questioni a carattere particolare (tecnica delle telemisure, sistemi di codificazione, apparati speciali per la risoluzione di un particolare problema di telecomando, ecc.); la maggior parte, però, fornisce panorami di applicazione della tecnica considerata in un intero settore.

Era i campi di impiego più interessanti si citano quelli del controllo del traffico aereo (comunicazione Zetzmann), della regolazione centralizzata del traffico urbano (comunicazione Rother), delle applicazioni ferroviarie (comunicazione Nibler), di quelle minerarie, con particolare riferimento al problema dei trasporti in miniera (comunicazioni Hermann, Mambrini e Rehschuh), di quelle idrauliche ed elettriche (comunicazioni Groeger, Becker, De Quervain, Venzke ed August), di quelle nel campo delle telecomunicazioni (Bartels) e, infine, di quelle nel campo dell'industria chimica (Peinke).

Nel fascicolo è riportato anche il discorso di apertura del congresso, tenuto da A. Dennhardt.

*

A. J. MEYERHOFF: *Digital Applications of Magnetic Devices*. (John Wiley & Sons, Inc., New York, 1960. Un volume di 15×23 cm, di XIX+604 pagine, con numerose illustrazioni, rilegato. Prezzo 14 dollari).

Il volume è stato redatto con la collaborazione di ben 24 specialisti di varie industrie americane, i cui contributi sono stati coordinati da un comitato redazionale presieduto da Albert Meyerhoff, *senior editor*, e formato da G. H. Barnes, S. B. Disson e G. E. Lund.

La grande maggioranza degli autori lavorava, durante la compilazione del volume, presso il centro di ricerche della Burroughs, sotto i cui auspici l'opera è stata redatta. Per taluni argomenti particolari è stata però richiesta la collaborazione di specialisti della Remington Rand, della Westinghouse, della Beckman, della Di/An Controls e dello Stanford Research Institute.

L'argomento, di grande interesse, è trattato in maniera assai sistematica, sia per quanto riguarda la successione delle diverse parti sia per quanto riguarda la struttura di ciascuna di esse.

La trattazione, infatti, riguarda, nell'ordine: le nozioni scientifiche e tecniche fondamentali relative ai materiali magnetici e ai dispositivi con essi realizzati, il funzionamento degli amplificatori magnetici di impulsi con disposizione in parallelo, quello degli stessi amplificatori con un elemento di ritardo, quello degli amplificatori con disposizione in serie, quello delle memorie e, infine, le caratteristiche dei circuiti misti, costituiti da amplificatori magnetici di impulsi e da transistori. Un'ultima parte tratta dell'impiego di tecniche diverse (amplificatori magnetici a frequenza portante, dispositivi realizzati con nuclei a più aperture) mentre in appendice sono date indicazioni numeriche sulle caratteristiche tecniche dei materiali considerati.

Ciascuna parte è preceduta da un elenco dei simboli che in essa vengono usati e consta di più capitoli, assai ben collegati fra loro anche se, nella maggior parte dei casi, sono opera di autori diversi.

Nella prima parte, tre capitoli sono dedicati alla teoria del magnetismo e del ferromagnetismo; in essi però, vengono anche date notizie tecnologiche sulla costruzione dei nuclei magnetici di ferrite e di quelli costituiti da uno strato metallico ultra-sottile montato su un supporto ceramico. Un altro capitolo sviluppa la teoria di questi nuclei, ed il successivo tratta delle caratteristiche elettriche dei diodi e dei transistori da usare in connessione con i nuclei per la realizzazione di circuiti logici.

La parte dedicata agli amplificatori magnetici di impulsi con disposizione in parallelo (Parallel magnetic pulse amplifiers, indicati in forma abbreviata con la sigla PMA), tratta, nell'ordine, della forma e del funzionamento di questi dispositivi, della loro progettazione logica e circuitale, dei cir-

cuiti di ingresso e di uscita e dei generatori di corrente con cui alimentarli e, infine, dei sistemi di PMA.

Analoga struttura hanno le parti dedicate agli stessi amplificatori parallelo, con un elemento di ritardo (Delay PMA), agli amplificatori serie (SMA) e, più innanzi, agli amplificatori misti, comprendenti anche circuiti a transistori (TMA).

La parte dedicata alle memorie tratta, sostanzialmente, solo di quelle a nuclei, sia a coincidenza di corrente sia a selezione lineare; un capitolo aggiuntivo, però, illustra anche memorie di tipo recente quali il twistor, le memorie a strato metallico sottile e quelle a superconduttività.

✱

R. SPIESER: *Krankheiten elektrischer Maschinen, Transformatoren und Apparate*. (Springer, 1960. Un volume di 16 x 24 cm, 376 pagine e 264 figure, rilegato. Prezzo 48 DM).

Si tratta della seconda edizione (la prima è del 1932 ed è stata tradotta in francese nel 1935) del noto e pregevole trattato sulle avarie del materiale elettrico. Il contenuto è stato ora notevolmente arricchito nella sostanza e rimaneggiato nell'ordine di esposizione, col risultato di un sostanziale miglioramento complessivo.

Gli argomenti trattati riguardano un grande numero di anomalie, tanto di natura elettromagnetica quanto meccanica e termica, relative alle macchine rotanti (generatori, convertitori e motori), ai trasformatori (comprese le bobine di reattanza) e agli apparecchi (di manovra, di misura, di regolazione e di protezione). Delle diverse avarie sono esposte le cause e le conseguenze e sono indicati i mezzi per prevenirle e per porvi rimedio.

Alla redazione del volume hanno collaborato numerosi specialisti (di cinque importanti fabbriche) cosicché l'opera compendia il frutto di una vasta e sicura esperienza diretta.

Si può quindi raccomandare il volume come fonte di utili informazioni sia per i costruttori sia per coloro che si occupano del montaggio e dell'esercizio.

✱

E. H. COOKE - YARBOROUGH: *Introduction aux circuits à transistors*. (Dunod éditeur, Paris 1960. Un volume di 11 x 16,5 cm, 162 pagine, rilegato in tela. Prezzo 14 NF).

Il volume fa parte delle Monografie Dunod e come gli altri della stessa collana è destinato a dare i lineamenti e le basi dello studio dell'argomento trattato. Si tratta quindi di un manuale di divulgazione di alto livello che può essere utile agli allievi del politecnico, ingegneri, tecnici e studiosi che vogliano conoscere il funzionamento e l'uso dei transistori. L'A. dopo aver spiegato in che cosa consistono i semiconduttori, i diodi, i transistori, mette bene in luce le loro caratteristiche: non linearità, influenza della temperatura, ecc. Successivamente l'A. passa allo studio dei circuiti fondamentali utilizzando metodi di calcolo semplici. Considera dapprima i circuiti lineari con le loro possibilità a bassa frequenza e le loro limitazioni alle alte frequenze e i circuiti non lineari per i quali è essenziale lo sfruttamento delle caratteristiche dei transistori. Gli ultimi capitoli sono dedicati all'uso dei transistori in circuiti utilizzati nei calcolatori analogici e numerici, nelle misure nucleari, ecc.

✱

G. G. CACCIA: *La nuova tecnica dei transistori*. (Editrice Radio Industria. Un volume di 15 x 21 cm, 108 pagine, con 134 illustrazioni e schemi. Prezzo L. 900).

È un fascicoletto di carattere divulgativo destinato soprattutto ai radoriparatori e ai dilettanti. Dà una breve illustrazione teorica dei transistori e una descrizione di alcuni circuiti nei quali essi vengono impiegati. L'A. passa poi alla descrizione dei metodi di ricerca dei guasti negli apparecchi transistorizzati con una rassegna dei possibili difetti. Segue una appendice con l'elencazione dei molti tipi di transistori comunemente impiegati.

✱

F. HURÉ: *Transistori - Tecnica e pratica dei radoricevitori e degli amplificatori di bassa frequenza*. (Traduzione di Granda S. - Edizioni Tecniche Internazionali. Un volume di 15,5 x 21 cm, 288 pagine, con 288 illustrazioni, schemi e tabelle. Prezzo L. 2 400).

Il volume è indirizzato soprattutto ai radioamatori. L'A. rileva che molti di essi conoscono il funzionamento dei

tubi a vuoto e non quello dei transistori, in vista della sempre maggiore diffusione che questi ultimi vengono assumendo, ha redatto questa semplicissima guida nella quale sono state volutamente omesse tutte le formule e dove la teoria è stata semplificata al massimo, in modo da rendere l'opera accessibile al maggior numero di persone. Dopo aver elencato pregi e limitazioni d'uso dei transistori vengono mostrati vari schemi di montaggio e le precauzioni da prendersi nella loro applicazione. Un capitolo è dedicato ai radoricevitori a superelemento e ai moderni apparecchi a sette transistori di concezione americana, francese e tedesca.

Il volumetto è chiuso da tabelle coi dati caratteristici dei transistori di produzione mondiale.

✱

P. NASLIN: *Principes des Calculatrices Numériques Automatiques*. (Dunod, Paris. Un volume 11 x 17 cm, 244 pagine, con 164 figure. Prezzo 13 NF).

È un nuovo volume della collana « Monografie Dunod » e come gli altri volumi della serie ha la caratteristica di uno scritto di divulgazioni ad alto livello.

È destinato infatti agli allievi delle scuole di ingegneria, dei politecnici, ai tecnici e ingegneri che già esercitano e anche agli uomini d'affari e ai dirigenti d'azienda, per fornire loro i principi di funzionamento delle calcolatrici numeriche automatiche per poter meglio utilizzare questo moderno meraviglioso strumento. Nella trattazione si sono evitate le formule e si è cercato di dare una forma piana all'esposizione. Il volume si divide in due parti: la prima « Organizzazione logica di una calcolatrice numerica universale »; la seconda « Tecnologia delle calcolatrici numeriche automatiche ». Dopo aver studiato le funzioni di calcolo e di memoria alla luce dell'algebra logica, l'A. mostra quanto semplicemente si introducono le nozioni di codice e di programma. Vengono descritti gli organi di comando che governano la sequenza delle operazioni elementari di ricerca, di ordinamento, di calcolo e di discriminazione. La seconda parte studia la tecnologia moderna fondata sull'uso dei tubi elettronici, dei transistori, dei diodi al germanio, dei criotroni, dei tori magnetici, delle linee di ritardo, dei tubi catodici, dei nastri e tamburi magnetici.

✱

H. BOUCHER: *Organisation et fonctionnement des machines arithmétiques*. (Masson et Cie Editeurs, Paris, 1960. Un volume di 16 x 24 cm, 428 pagine, con 223 fig. Prezzo 70 NF).

L'A. da molti anni specialista degli apparati di calcolo automatico della Marina Francese e insegnante all'Università di Tolosa, ha voluto preparare un'opera per la formazione di futuri specialisti e un testo di riferimento per gli attuali utilizzatori. Non è quindi né un manuale di volgarizzazione né un manuale per il costruttore, pur essendo accessibile a tutti coloro che possiedono nozioni di elettrotecnica e media conoscenza di calcolo.

Il libro è diviso in tre parti: tecnica, utilizzazione, storia.

Dopo alcune generalità sul calcolo numerico l'A., nella prima parte, studia il linguaggio delle macchine, la codificazione dell'informazione, la rappresentazione dei numeri e di qualsiasi altra lettera o segno, la rappresentazione delle parole. Dopo l'esame dei vari tipi di memoria, passa ad una esposizione dell'Algebra di Boole e attraverso l'analisi degli operatori e dei circuiti elementari, esamina i vari tipi di circuiti e il funzionamento del blocco aritmetico e degli organi d'accesso.

Nella seconda parte l'A., dopo un capitolo dedicato al blocco di comando, prende in esame la programmazione, poi la sicurezza di funzionamento e il rilevamento dei guasti.

Nell'ultimo capitolo traccia la storia delle calcolatrici meccaniche.

✱

T. E. IVALE: *Electronics computers - Principles and applications*. (Iliffe & Sons, London 1960. Un volume di 14,5 x 22 cm, 264 pagine, con 126 illustrazioni e schemi. Prezzo 25 scellini).

Questa è la seconda edizione del volume pubblicato la prima volta nel 1956. Sebbene questa seconda edizione segua a così breve distanza di tempo, lo sviluppo di queste tecniche è stato così rapido che essa ha dovuto essere interamente rifatta.

Nuovi capitoli sono stati aggiunti; sui circuiti dei calcolatori analogici, sulla programmazione di calcolatori numerici e sulla evoluzione delle macchine intelligenti del futuro. Il libro è stato concepito come una introduzione non matematica ai principi e alle applicazioni dei calcolatori che usano tubi, transistori ed altri strumenti elettronici. Esso è destinato principalmente ai tecnici, studenti ed ingegneri che già abbiano qualche nozione di elettronica o una certa preparazione elettrotecnica, anzi qualche capitolo è accessibile all'uomo della strada.

Dopo aver dato i principi generali di calcolo e una breve storia dell'evoluzione dei calcolatori l'A., in quattro capitoli, esamina i principi, gli schemi, la costituzione e le applicazioni dei calcolatori analogici. Altri cinque capitoli sono dedicati ai calcolatori numerici: uno di essi è riservato ai vari sistemi di immagazzinamento dei dati. Gli ultimi due capitoli danno un quadro dei recenti sviluppi e delle prospettive future.

*

E. M. GRABBE - S. RAMO - D. E. WOOLDRIDGE: *Handbook of Automation, Computation and Control. Volume II: Computer and Data Processing*. (John Wiley & Sons, Inc., New York, 1959. Un volume di 15 x 23,5 cm, di XIII+1067 pagine, con numerose illustrazioni, rilegato in tela. Senza indicazione di prezzo).

Il volume è il secondo di un manuale, diretto da Grabbe, Ramo ed Wooldridge, che verrà completato da una terza parte, di prossima pubblicazione. Il primo volume della serie, già recensito nel numero 12, del dicembre 1959, di questa rivista, era dedicato ai fondamenti matematici necessari per lo studio dei sistemi automatici e, in particolare, di quelli di controllo e di calcolo, nonché agli elementi della teoria del controllo; il terzo volume tratterà dei sistemi automatici e dei loro componenti (sistemi di controllo da applicare nei vari settori industriali e componenti per servomeccanismi e dispositivi di misura); questo volume, di carattere più omogeneo, è dedicato, invece, esclusivamente ai problemi del calcolo automatico.

Le caratteristiche editoriali del volume sono le stesse della prima opera della serie: la trattazione è suddivisa in numerose parti, la cui stesura è stata coordinata da uno specialista incaricato di armonizzare i contributi dei diversi collaboratori (41 nel caso di questo volume), ciascuno dei quali ha redatto uno o più capitoli; inoltre, sempre come nel primo volume, ciascun argomento viene trattato in maniera piana ed esauriente per quanto concerne le questioni fondamentali, mentre per i problemi che corrispondono ad un maggiore approfondimento si hanno indicazioni più generiche ma precisi rinvii alla estesa bibliografia citata alla fine di ciascun capitolo.

Il maggior interesse dell'opera è dedicato, indubbiamente, alle calcolatrici numeriche, alle quali sono relative tre delle sei parti del volume, per complessivi diciannove capitoli. Una sola parte, di otto capitoli, è dedicata alle calcolatrici analogiche (e tratta anche dei diversi dispositivi — vasche elettrolitiche, reti di impedenze, ecc. — per la soluzione dei problemi di campi) ed un'altra, di tre capitoli, illustra alcune macchine di tipo particolare.

Alle cinque parti finora elencate va poi aggiunta quella, di un solo capitolo, che tratta della terminologia e dei simboli usati nel campo delle calcolatrici. Essa consiste di un glossario di termini, illustrati da appropriate definizioni, che sono quelli proposti dall'IRE, per quanto concerne la parte costruttiva ed il funzionamento delle macchine e quelli proposti dalla Association for Computing Machinery per quanto concerne la programmazione delle macchine numeriche. Anche i termini IRE si riferiscono, però, quasi esclusivamente a quest'ultimo tipo di calcolatrici, mentre, per quelle analogiche, forse a causa della mancanza di una terminologia proposta da un ente ufficiale o di largo prestigio, il glossario è estremamente povero.

Le tre parti dedicate alle calcolatrici numeriche trattano, nell'ordine: della programmazione, dei problemi di impiego delle calcolatrici stesse e, infine, della loro struttura e della loro progettazione.

Nella seconda parte si ha anche un capitolo dedicato alla descrizione dei diversi componenti di una macchina numerica, e, in particolare, degli organi di ingresso e di uscita e delle memorie; le questioni tecnologiche, però, sono affrontate specificamente nella terza parte che tratta sia dei singoli

componenti (circuiti elementari a tubi, a transistori ed a nuclei magnetici) sia della struttura delle diverse parti della macchina.

Nella trattazione dedicata alle calcolatrici analogiche gli argomenti esaminati con maggior cura sono quelli relativi al campo di impiego di queste macchine, alla struttura dei loro componenti lineari e non lineari, ai problemi della analogia e della dualità ed a quelli relativi alla risoluzione di equazioni di campi e, infine, alle tecniche statistiche. Due capitoli trattano degli analizzatori differenziali meccanici e di quelli ad elementi numerici (DDA).

L'ultima parte del volume tratta dei sistemi ibridi e di quelli misti e delle macchine di Turing.

*

H. OGUEY: *Etude sur la modification de l'échelle temporelle d'un phénomène au moyen de l'enregistrement*. Thèse présentée à l'Ecole Polytechnique Fédérale, Zurich, pour l'obtention du grade de Docteur ès Sciences Techniques, (L. Speich, Reproduktionsanstalt, Zurigo, 1958. Un volume di 15 x 21 cm, di x+81 pagine, con 62 illustrazioni, in brossura. Senza indicazione di prezzo).

Il lavoro si prefigge lo scopo di esaminare le possibilità della registrazione su nastro magnetico quale mezzo per alterare la scala dei tempi nella rappresentazione di un fenomeno fisico.

I vantaggi della espansione o della contrazione della scala dei tempi sono numerosi e si possono verificare in molti casi diversi.

Estendendo la scala dei tempi è infatti possibile, ad esempio, esaminare più accuratamente e rilevare un maggior numero di dettagli dell'andamento di un fenomeno molto rapido; viceversa contraendo la scala si riducono gli intervalli di tempo necessari per elaborare dai dati disponibili le indicazioni desiderate. In generale, inoltre, si ha il vantaggio di poter trasferire lo spettro del segnale da cui si parte in una banda di frequenze che corrisponda meglio alle caratteristiche dei dispositivi di misura e di elaborazione ai quali si vuole ricorrere.

Nel lavoro che si considera l'alterazione della scala dei tempi viene ottenuta registrando un fenomeno su un nastro magnetico che si sposta ad una determinata velocità e procedendo, poi, alla lettura del nastro ad una velocità diversa, scelta opportunamente in rapporto alle esigenze alle quali si vuole soddisfare.

La prima parte dello studio è di carattere essenzialmente teorico e, in essa, si esamina la influenza delle variazioni di velocità sulla fedeltà di riproduzione, tenendo conto del fatto che il comportamento del nastro è diverso alle diverse frequenze (cioè che, anche supponendolo a risposta lineare, la sua funzione di trasferimento non è costante), che si hanno inevitabili non linearità e che non sono sempre trascurabili gli effetti di inerzia. Si tiene conto delle principali cause di errore identificate nel rumore di fondo e nelle fluttuazioni di velocità e di amplificazione e, infine, si esaminano gli effetti della modulazione.

La seconda parte del lavoro consiste in uno studio dettagliato della registrazione magnetica (andamento del campo nel traferro, magnetizzazione residua, ecc.) e del processo inverso di riproduzione dei segnali registrati.

La terza ed ultima parte, infine, consiste in una descrizione delle caratteristiche della apparecchiatura realizzata dall'autore per provvedere alla registrazione ed alla riproduzione di una estesa classe di segnali, con estese possibilità di variare sia la velocità del nastro sia l'amplificazione.

L'interessamento dei Soci per l'AEI si dimostra colla puntualità nel pagamento della quota alle Sezioni. L'art. 16 dello Statuto stabilisce che la quota deve essere versata entro il 31 Marzo di ogni anno.

NOTIZIE SOCIALI

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA



NOTIZIE DELLE SEZIONI

SEZIONE DI MILANO

Giovedì 16 febbraio alle ore 21, nella sala maggiore della Associazione Industriale Lombarda il socio per. ind. **Mario Ferrario** della Edisonvolta S.p.A. ha tenuto una conversazione sul tema:

« La manutenzione delle linee elettriche in tensione »

L'oratore ha incominciato enunciando le caratteristiche essenziali di questo problema sempre più attuale, essendo della massima importanza la continuità dell'erogazione di energia elettrica da parte delle società distributrici.

Con l'aiuto di proiezioni ha poi passato in rassegna, sotto il punto di vista tecnico, organizzativo ed umano, i metodi usati nei paesi dove questo problema è molto sentito sia per il notevole sviluppo industriale che per la conformazione del territorio; metodi che fanno capo a due correnti principali: lavorare su linee in tensione o al potenziale di terra, o al potenziale di linea.

Per quanto riguarda il nostro paese, dove lavori su linee in tensione sono vietati per legge, il sig. Ferrario ha fatto notare che ormai i tempi sono maturi per metterci sullo stesso piano dei paesi più progrediti in questo campo, rilevando pure che sono allo studio dei piani di mutamento delle attuali disposizioni legislative. Ha poi rivolto un invito ai costruttori perchè semplifichino e unifichino il più possibile le apparecchiature elettriche, allo scopo di affrettare l'adozione di questi metodi di intervento che, come ha mostrato l'esperienza, hanno portato ad una maggior sicurezza di lavoro.

La conferenza è stata seguita da discussione.

✱

SEZIONE VENETA

Il giorno 1° febbraio nell'Aula di Elettrotecnica della Scuola di Ingegneria dell'Università di Padova il prof. ing. **Fran-**

co Tedeschi della E. Marelli e C. ha tenuto una conferenza dal titolo « **La rivincita del motore senza cave** ».

L'oratore ha ricordato come, in una precedente comunicazione tenuta presso questa sezione, avesse presentato un motore asincrono senza cave, come mezzo di progetto per individuare, per un circuito magnetico di dato diametro esterno, le condizioni che rendono massimo il flusso per polo.

Questo concetto richiede, per essere reso applicabile al calcolo pratico di un motore, qualche considerazione aggiuntiva, che illumini su quale frazione di questo flusso massimo può essere utilizzata, tenendo conto della presenza delle cave, in un motore reale.

Alcune considerazioni generali sulle caratteristiche richieste per un soddisfacente funzionamento del motore e una serie di rilievi eseguiti su motori già costruiti, hanno mostrato come questo rapporto vari entro un campo abbastanza ristretto (0,5-0,6); questo dato può quindi permettere una rapida impostazione di un calcolo di massima di un motore, evitando al progettista una serie di tentativi.

Numerose proiezioni hanno illustrato la brillante esposizione, calorosamente applaudita dai presenti.

✱

SOTTOSEZIONE DI VERONA

Venerdì 16 dicembre 1960, in una sala del Museo di Castelvecchio, l'ing. **Valtorta** della S.A.D.E. ha presentato per la Sottosezione di Verona una sua comunicazione sul tema « **Trasporto e distribuzione dell'energia reattiva** ».

L'argomento, di ovvio interesse per gli esercenti dei servizi di produzione, trasporto e distribuzione, largamente rappresentati alla riunione, non ha mancato di offrire, sia pure nelle sue linee concettuali, motivi di altrettanto interesse per i tecnici di importanti complessi industriali, pure presenti in sala.

Alla fine della conferenza l'ing. Valtorta è stato vivamente complimentato.

COMITATO ELETTROTECNICO ITALIANO

C. E. I.

Riunione del Sottocomitato 2B della I. E. C.

(New Delhi, 31 ottobre-5 novembre 1960)

Nella presente relazione vengono posti in evidenza i punti essenziali emersi e definiti durante i lavori.

A) CONSIDERAZIONI DI CARATTERE GENERALE.

1) Gli argomenti trattati sono stati di importanza relativamente modesta.

2) L'atteggiamento degli U.S. nulla ha concesso al processo di normalizzazione internazionale che non fosse in perfetto accordo con le norme americane.

3) L'atteggiamento dell'URSS è stato invece particolarmente accomodante, e brillante negli interventi del capo delegazione Mr. L. S. Lindorf.

4) Particolarmente frequenti gli interventi della Svizzera (Mr. Ch. Ehrensperger), della Francia (Mr. R. David), della Germania (Mr. H. Lüll), e della Svezia (Mr. H. Hedström).

B) I LAVORI.

1) *Approvazione del Rapporto RM 480/S.C. 2B riguardante la riunione del Sottocomitato 2B tenutasi a Stoccolma il 13-15 novembre 1957.*

2) *Rapporto sull'impiego della « Publication 72-1 » da parte dei Comitati Nazionali.*

Viene consegnato ai delegati il documento 2B (New Delhi - Secretariat) 1, nel quale sono illustrate varianti ed aggiunte da apportare al documento 2B (Secretariat) 29 già inviato a suo tempo ai Comitati Nazionali. Le suddette modifiche sono determinate da successivi commenti inviati al Segretariato.

È stato deciso:

— che il Segretariato preparerà una nuova versione modificata del documento 2B (Secretariat) 29;

— che dovrà essere portata a conoscenza del Comitato di Azione e dell'Ufficio Centrale dell'IEC l'esistenza del suddetto documento, lasciando a loro ogni decisione sul miglior impiego del documento stesso.

Mettiamo in evidenza l'importanza del suddetto rapporto che illustra la scelta fatta dai Comitati Nazionali di unificazione, per quanto si riferisce alle grandezze, agli abbinamenti grandezze — sporgenza d'asse ed agli abbinamenti grandezze — potenze, e come tale potrebbe servire di base per ulteriori sviluppi dell'unificazione.

Infine nel documento 2B (New Delhi - Secretariat) 1 figura una dichiarazione belga che dice testualmente:

« Belgium strongly recommends that the IEC should lay down the necessary relationships between frame dimensions, shaft extensions and output ratings ».

I delegati si sono limitati a prender atto delle diverse « scelte », senza fare alcun commento.

3) Proposte di revisione della terza edizione della « Publication 72-1 ».

Nella discussione si è tenuto conto di quanto illustrato nel documento 2B (Secretariat) 30, sviluppando i diversi argomenti nell'ordine di successione in esso esposto.

a) Paragrafo 1.1 - Campo di applicazione.

Il testo della « Publication 72-1 » è stato modificato. Le raccomandazioni IEC pur continuando ad interessare per il momento solo i motori ad induzione, sono da ritenere, nella nuova edizione del testo, sicuramente estensibili in un prossimo futuro ad altri tipi di macchina.

b) Paragrafo 1.2 e paragrafo 2 - Simboli letterali per le dimensioni normali.

È stato definito:

- di prendere in considerazione anche altre quote non essenziali agli effetti dell'intercambiabilità;
- di conservare le lettere maiuscole;
- di lasciare singole lettere per le dimensioni caratteristiche di intercambiabilità e per la lunghezza totale della macchina;
- di usare due lettere per le altre dimensioni, prima lettera caratteristica del tipo di dimensioni, seconda lettera come indice aggiuntivo, ma sempre della stessa grandezza della prima lettera.

Ritengo utile mettere in evidenza che alcune delegazioni (Regno Unito, India, Cecoslovacchia) hanno proposto di modificare i simboli letterali delle quote fondamentali di intercambiabilità che già figurano sulla « Publication 72 ». La maggioranza si è dichiarata comunque contraria.

Il Segretariato preparerà una nuova proposta dettagliata che terrà conto dei punti di cui sopra.

c) Paragrafo 1.3 - Dimensioni di fissaggio.

Punto 1.35 - Regole per la denominazione.

Innanzitutto il titolo del paragrafo viene modificato in « Designation of Motors ».

Inoltre, date le diversità di opinioni, è stata raggiunta la soluzione di compromesso sintetizzata in una dichiarazione nella quale viene messo in evidenza che « i motori... possono essere contrassegnati dal numero della carcassa seguito immediatamente dall'indicazione del diametro della sporgenza d'asse... ».

d) Paragrafo 3 - Dimensioni di fissaggio.

Tabella 3.1 - Dimensioni normali IEC raccomandate per motori con piedi di appoggio di altezza d'asse compresa fra 56 e 100 mm.

La proposta svizzera di aggiungere alle indicazioni di carcassa 56, 63, 71, 80 la lettera « M » è stata respinta.

e) Paragrafo 4 - Dimensioni per le estremità d'albero.

Tabelle 4.1 e 4.2 - Dimensioni normali IEC raccomandate per le estremità d'albero.
Dimensioni inferiori a 14 mm.

Serie 1.

Viene deciso:

- di normalizzare i valori dei diametri $D = 7-9-11$ mm, con la lunghezza rispettiva di 16-20-23, nella previsione che le suddette lunghezze siano in accordo con i valori più lunghi delle sporgenze d'asse che verranno fissate da ISO TC 14 (l'ISO ha deciso di normalizzare due serie di lunghezze).
 - di fissare per i valori massimi delle coppie, quelli proposti dalla Svizzera, e cioè rispettivamente 0,2-0,63-1,25 Nm.
- Il Segretariato controllerà se per $D = 7$ mm il valore massimo della coppia potrà essere 0,25 anziché 0,2 Nm.

— che i valori delle dimensioni F e G , dovranno essere in accordo con quanto verrà deciso dalla ISO/TC 16.

Serie 2.

Viene accettata la proposta del Segretariato (pag. 4 del documento 2B « Secretariat » 30).

Tolleranze.

Viene deciso:

- di attendere la definizione in sede ISO/TC 14 e 16;
 - che le tolleranze dovranno figurare direttamente sulla tabella che dà le dimensioni delle sporgenze d'asse.
- Il Segretariato provvederà a definire le tolleranze, quale selezione di quelle fissate dalla ISO.

Estensione dei diametri dell'estremità d'albero superiori a 85 mm.

Serie 1.

Viene deciso:

- di adottare i diametri 90 e 95 mm con le lunghezze E corrispondenti ISO;
- di dare incarico ai Comitati francese e tedesco di preparare una proposta comune per un'ulteriore estensione dei valori dei diametri.

Serie 2.

Viene deciso:

- di adottare i diametri $3 \frac{1}{4}''$ e $3 \frac{5}{8}''$;
- di studiare un'ulteriore estensione dei valori.

f) Paragrafo 5 - Potenze nominali dei motori elettrici. Potenze frazionarie.

Prima che avesse inizio la discussione sull'argomento all'ordine del giorno è riemersa la questione dell'unità di misura kW e HP. Si è giunti a mettere ai voti se nella scala di potenze preferenziali primarie doveva essere messa a sinistra e quindi essere intesa come scala base la successione delle potenze espresse in HP (situazione attuale) oppure la successione espressa in kW. Questa ultima risoluzione ha avuto la maggioranza (9 contro 7).

Alla votazione non ha fatto seguito alcuna particolare raccomandazione specifica per il Segretariato.

È stato deciso di modificare i valori delle potenze preferenziali primarie espressi in kW 0,5-0,6-0,8 nei corrispondenti 0,37-0,55-0,75.

Potenze intere.

Scale di potenze secondo la « Publication 72-1 ».

È stato deciso di lasciare inalterata la scala delle potenze preferenziali primarie.

È stata respinta la richiesta francese di inserire nella scala preferenziale primaria il valore 12,5 HP.

È stata accettata per la scala delle potenze nominali preferenziali secondarie la proposta del Segretariato quale risulta dal Documento 2B (Secretariat) 30, con l'unica variante di sostituire il valore 9 kW (12,5 HP) con 10 kW e di esprimere le potenze solamente in kW anziché in HP e kW.

Estensione delle scale delle potenze.

Sono subito emerse due tendenze e precisamente quella europea di adottare valori di potenze espressi in kW in Serie di Renard (R 10) e quella angloamericana di adottare valori di potenze espressi in HP ed in numeri arrotondati secondo una serie aritmetica.

È stato deciso di adottare, quale soluzione di compromesso, la seguente scala di potenze espressa sia in HP che in kW da includere nella scala di valori preferenziali primari.

kW	HP
132	175
150	200
160	220
185	250
200	270
220	300
250	350

- 4) *Considerazioni sul Documento 2B (Secretariat) 31.*
Proposte di revisione della terza edizione della «Publication 72-2».

a) Paragrafo 1.1 - *Campo di applicazione.*

Viene deciso di modificare il testo della «Publication 72-2», concordemente a quanto già in precedenza accettato per il testo della «Publication 72-1».

b) Paragrafo 1.2 e Paragrafo 2.

Simboli letterali per le dimensioni normali.

Tenendo conto dei punti definitivi in merito per i motori con piedi di appoggio, il Segretariato preparerà una nuova proposta dettagliata.

c) Paragrafo 1.3 - *Dimensioni di fissaggio.*

Punto 1.33 - Regole per la denominazione.

Innanzitutto il titolo del paragrafo viene modificato in «Designation of Motors». Circa la necessità di apporre una denominazione completa della grandezza del motore, della dimensione della flangia, e del diametro dell'estremità d'albero, viene ribadito quanto espresso in proposito per i motori con piedi di appoggio e cioè «i motori... possono essere...».

Circa la struttura delle denominazioni la cosa sarà ulteriormente studiata dal Segretariato.

d) Paragrafo 3 - *Dimensioni di fissaggio.*

Dimensione R.

Viene deciso:

- $R = 0$;
- che la quota R deve figurare nel disegno d'ingombro.

Profondità dell'imboetaggio sulla flangia.

Viene deciso:

- di introdurre la quota che indica la profondità dell'imboetaggio sulla flangia;
- di usare per la suddetta quota nella Serie espressa in millimetri i valori ISA, indicandoli nella tabella 3.1 come valori massimi;
- di usare per la suddetta quota nella Serie espressa in pollici il valore $1/4''$, indicandolo nella tabella 3.2 come valore massimo.

Nuove flangie nella tabella 3.1.

Viene:

- accettata la flangia F 350 con le dimensioni definite nel documento 2B (Secretariat) 24, pag. 2, paragrafo II, 16;
- respinta la flangia F 450 proposta dal Belgio.

Tolleranze sulla perpendicolarità dell'albero rispetto al piano di appoggio della flangia.

Una proposta comune in merito è in corso di preparazione da parte della Francia e della Germania.

La suddetta proposta dovrebbe essere inviata all'esame dei Comitati Nazionali fra 3 mesi circa.

Introduzione di flangie con fori filettati.

La Germania dovrebbe inviare al Segretariato informazioni su questo argomento in modo da poter inviare all'esame dei Comitati Nazionali una proposta in merito, prima della prossima riunione del S.C. 2B.

5) *Altre normalizzazioni.*

Macchine a corrente continua.

Il Presidente richiama l'attenzione su nuove importanti applicazioni delle macchine a corrente continua e quindi invita i delegati a considerare l'opportunità di procedere ad uno studio di normalizzazione.

L'opinione generale è stata di ritenere per il momento la suddetta normalizzazione prematura.

Motori verticali ad albero solido e ad albero cavo.

La proposta è partita dalla Delegazione Indiana, che, fra l'altro, afferma che i motori ad albero cavo in India sono molto impiegati. È stato deciso che l'India prepari un primo progetto per motori ad albero cavo, progetto da inviare al Segretariato e quindi ai Comitati Nazionali.

Posizione della scatola morsetti.

L'India precisa che agli effetti dell'intercambiabilità dei motori sarebbe molto importante fissare la posizione della

scatola morsetti ed il valore della quota che ne indica il massimo ingombro trasversale.

L'India viene invitata ad inviare al Segretariato le necessarie informazioni sull'argomento in modo che sia possibile trasmettere ai Comitati Nazionali un questionario in merito.

Riduzione dei valori di B.

Viene deciso che il Segretariato studi la possibilità di ridurre il numero dei valori di B per l'altezza d'asse, portandoli dai tre attuali a due.

6) *Data e luogo della prossima riunione.*

Il Presidente fa presente l'impossibilità di tenere una riunione ad Interlaken nel giugno 1961.

Il Segretariato è pregato di adoperarsi a che ciò avvenga o negli ultimi mesi del 1961 oppure nel 1962, in questo caso possibilmente durante la Riunione plenaria della IEC che si terrà a Bucarest.

7) *Chiusura dei lavori.*

Alle ore 10 del 5-11-1960 i lavori venivano ufficialmente chiusi.

C) RIUNIONE INFORMATIVA RISTRETTA, RIGUARDANTE L'ABBINAMENTO GRANDEZZE - ESTREMITÀ D'ALBERO.

La riunione è stata promossa dal capo della Delegazione svedese Mr. H. Hedström, che ha funzionato pure da Presidente.

Le riunioni sono state due, una sabato 5 novembre, subito dopo che erano ultimati i lavori ufficiali del Sottocomitato 2B, e l'altra martedì 8 novembre.

L'indicazione in parentesi che figura nella lista dei delegati presenti significa che la partecipazione del delegato si è limitata alla riunione del sabato.

Dato che non ho potuto partecipare alla riunione del martedì, ho pregato Mr. Loge della Delegazione francese di notiziarmi in merito alle conclusioni, cosa che egli si è già premurato di fare. Le notizie riportate sono quindi complete.

Delegati presenti: H. Hedström, Svezia, Presid. (5 novembre); R. David, Francia; Ch. Ehrensperger, Svizzera; W. Falck, Germania; B. I. Kouznetzov, Russia (5 novembre); A. Loge, Francia; H. Lüll, Germania; E. Manicardi, Italia (5 novembre); R. Michoudet, Francia; J. Ollner, Svezia; J. Smoes, Belgio.

Scopo della riunione.

Discutere gli abbinamenti grandezze - estremità d'asse, nell'intento di arrivare ad una soluzione che potesse essere accettata dalla maggior parte dei Comitati Nazionali. La riunione non aveva alcun carattere di ufficialità né le eventuali decisioni potevano intendersi determinanti.

Non bisogna comunque sottovalutare l'importanza di questi scambi di informazioni che arrivano a definire auspicate soluzioni di compromesso, che in un prossimo futuro potranno anche essere adottate nei progetti di normalizzazione.

Notizie emerse dalla discussione.

Mr. Kouznetzov informava i presenti che in Russia ed in altri Paesi dell'Europa orientale erano già operanti delle recenti Norme che evidentemente non potevano per il momento essere modificate. Precisava inoltre che per potenze inferiori a 17 kW i motori erano previsti solamente nella soluzione chiusa con ventilazione esterna, che i motori P 33 erano previsti in Cl. F e che i motori P 11 erano previsti in Cl. E.

Mr. Lüll comunicava che per i motori a mantello, pure in Germania esistevano delle recenti Norme Ufficiali che non si potevano modificare.

Tutti i delegati auspicavano di arrivare al più presto ad una soluzione accettabile dalla maggior parte delle nazioni.

Conclusioni.

È stata definita una Serie di valori per motori P 33 e P 11 nelle varianti a 2 poli e a 4 poli, Serie da considerare come base per le normalizzazioni nazionali (vedi tabella dove sono pure indicati i valori definiti della Russia).

È emersa la necessità di indire appena possibile una nuova riunione informativa in Europa.

È stato ribadito il concetto di giungere il più presto possibile ad una soluzione comune.

RIUNIONE RISTRETTA TENUTASI A NEW DELHI

Grandezze	Valori comuni provvisoriamente accettati per estremità d'albero <i>D</i>				Valori standard dell'URSS	
	4 poli chiusi	4 poli ventil.	2 poli chiusi	2 poli ventil.	<i>D</i>	Potenza kW
	(P 33)	(P 11)	(P 33)	(P 11)	4 e 2 poli chiusi e ² ventil.	
80	19	—	—	—	—	—
90	24	—	—	—	18	0,8 ÷ 1,1
100	24 ÷ 28 ¹⁾	—	—	—	22	1,5 ÷ 2,2
112	28	—	—	—	28	3 ÷ 4
132	32 ÷ 38 ¹⁾	—	—	—	32	5,5 ÷ 7,5
160	42	48	42	48	38	10 ÷ 13
180	48	55	48	55	42	22 ÷ 30
200	55	60	55	60	48	22 ÷ 30
225	60	65	55	60	—	—
250	65	70	60	65	60	40 ÷ 55
280	70	80	65	65	70	75 ÷ 100
315	80	90	70	70	—	—

1) 28 per la grandezza 100 proposta dalla Francia; 38 per la grandezza 132 proposta dalla Francia e dalla Svezia.

2) Tutti i motori inferiori alla gamma di 17 kW sono chiusi. La tendenza è quella di usare la potenza in kW più alta per ciascuna grandezza. Le macchine chiuse sono isolate in classe F mentre quelle ventilate sono isolate in classe E.

E. Manicardi

*

Tabelle UNEL in inchiesta pubblica

La UNEL ha pubblicato per l'inchiesta pubblica i seguenti progetti di unificazione:

UNEL Pr 969-1110-1113-1121 - *Cordoncini e fili per telecomunicazioni con isolamento di materiale termoplastico.*

UNEL Pr 1032-1034 - *Cavetti schermati con treccia di rame e con nastro di alluminio per telecomunicazioni, con isolamento di materiale termoplastico e di polietilene.*

UNEL Pr 1054-1060 - *Potenziometri con elemento resistente a strato di grafite - Categoria 766.*

Il termine per la presentazione delle osservazioni è stato fissato rispettivamente per i primi due progetti al 15 maggio 1961 e per il terzo al 28 maggio 1961.

Il fascicolo può essere ottenuto gratuitamente facendone richiesta all'UNEL (Milano, via Donizetti, 30).

*

Elenco delle Tabelle UNEL

È stata pubblicata la quarta edizione dell'«Elenco delle pubblicazioni UNEL», aggiornato alla data del 1° marzo 1961. Vi sono elencate le tabelle finora stampate nonché i progetti sottoposti alla pubblica consultazione.

Le tabelle ed i progetti UNEL sono ordinati nell'Elenco in oggetto conformemente alle seguenti ripartizioni:

Tabelle UNEL: ordinate per argomenti secondo la classifica UNEL.

Tabelle UNEL: ordinate per argomenti secondo la classifica decimale (C.D.).

Tabelle UNEL: ragguaglio con i corrispondenti progetti.

Tabelle UNEL: in ordine di pubblicazione.

Tabelle UNEL: pubblicate anche in formato A4.

Progetti UNEL: trasformati in tabelle UNI - in ordine numerico.

Progetti UNEL: non ancora trasformati in tabelle - in ordine numerico.

Progetti UNEL: non ancora trasformati in tabelle - ordinate per argomento secondo la classifica decimale (C.D.).

Progetti UNEL: elenco generale in ordine numerico.

Tabelle UNEL annullate - in ordine numerico.

Progetti UNEL ritirati - in ordine numerico.

L'Elenco in questione è completato con un capitolo relativo alla classificazione delle tabelle UNEL, con un'appendice riguardante l'indice alfabetico per argomenti nonché con le norme per le ordinazioni e l'acquisto delle pubblicazioni UNEL.

L'Elenco può essere acquistato presso i nostri Uffici al prezzo di L. 1.200 per esemplare oltre alle spese di spedizione e di I.G.E.

ISTITUTO ITALIANO DEL MARCHIO DI QUALITÀ

Bollettino N. 15

XII elenco dei cavi autorizzati all'uso del Marchio di Qualità

Le Commissioni Tecniche cavi, esaminate le prove eseguite sui prodotti presentati e accertata la corrispondenza di tali campioni a quanto prescritto dalle Norme CEI e Tabelle UNEL, hanno ammesso al Regime del Marchio i seguenti cavi:

A) Cavi isolati in gomma.

ROMEO PORTA - Milano - Via Padova, 21.

— Cavo sotto piombo armato con treccia acciaio - is. 3 Tabella UNEL 35322

GENERALCAVI, S.p.A. - Milano - via Toffetti, 3.

— Cavo rigido sotto guaina di policloroprene - is. 3 Tabella UNEL 35340

B) Cavi isolati in materiale termoplastico del tipo antinvecchiante R1.

CAVIS, S.p.A. - Felizzano (Alessandria):

— Cavo flessibile bipolare piatto divisibile - is. 1,5 Tabella UNEL 35712

— Cavo rigido unipolare senza rivestimento protettivo - is. 3 Tabella UNEL 35718

— Cavo semirigido piatto divisibile per posa fissa - is. 3 Tabella UNEL 35715

CEAT, S.p.A. - Torino, C.so Palerm, 1.

— Cavo rigido sotto guaina rotonda - is. 3 Tabella UNEL 35720

— Cavo rigido piatto divisibile per posa fissa - is. 3 Tabella UNEL 35723

CEFE S.r.l. - Cormano (Milano) Via Bizzozzero, 131.

— Cavo semirigido piatto divisibile per posa fissa - is. 3 Tabella UNEL 35715

— Cavo rigido sotto guaina rotonda - is. 3 Tabella UNEL 35720

ELETTROCAVI ITALIANA - S.p.A. Cernusco sul Naviglio (Milano), Strada Padana Superiore.

— Cordoncino flessibile a spirale visibile - is. 1,5 Tabella UNEL 35711

— Cavo flessibile bipolare piatto divisibile - is. 1,5 Tabella UNEL 35712

— Cavo semirigido piatto divisibile per posa fissa - is. 3 Tabella UNEL 35715

— Cavo rigido unipolare senza rivestimento protettivo - is. 2 Tabella UNEL 35717

— Cavo rigido unipolare senza rivestimento protettivo - is. 3 Tabella UNEL 35718

FABBRICA CONDUTTORI ELETTRICI ING. DESSALLES & BORZINO - S.r.l. - San Mauro Torinese - Via Casale, 3.

— Cavo rigido unipolare senza rivestimento protettivo - is. 3 Tabella UNEL 35718

INCET S.p.A. - Torino - Via Banfo, 5

— Cavo rigido piatto divisibile per posa fissa - is. 3 Tabella UNEL 35723

— Cavo flessibile sotto guaina rotonda - is. 1,5 Tabella UNEL 35724

PIRELLI - S.p.A. - Milano - P.za Duca D'Aosta, 3

— Cavo rigido piatto divisibile per posa fissa - is. 3 Tabella UNEL 35723

— Cavo flessibile sotto guaina rotonda - is. 1,5 Tabella UNEL 35724

RAPISARDA ANTONIO & C., S.p.A. Milano - Via Accademia, 39.

— Cavo semirigido piatto divisibile per posa fissa - is. 3 Tabella UNEL 35715

SAFI, S.p.A. - Milano - Via Palestro, n. 4.

— Cavo flessibile sotto guaina rotonda - is. 1,5 Tabella UNEL 35724

Le Ditte sono state perciò autorizzate dall'Istituto a munire tali cavi dei contrassegni distintivi del Marchio di Qualità.

VI ELENCO DI APPARECCHI ELETTROTERMICI PER USO DOMESTICO AMMESSI AL REGIME DEL MARCHIO.

La Commissione Tecnica Apparecchi Elettrodomestici Termici, esaminate le prove eseguite sugli apparecchi presentati ed accertata la corrispondenza di questi a quanto prescritto dalle Norme CEI, ha ammesso al regime del Marchio i seguenti apparecchi:

FARGAS - FABBRICHE RIUNITE FARGAS-FAREL-ARDOR - Milano - Via Trivulzio, 12.

— Cucina elettrica Mod. Fulton a quattro piastre.
— Cucina elettrica Mod. Fulgida a quattro piastre.

OFFICINE BREVETTI RADIS S.p.A. - Rovereto - Via Brennero, 13.

— Scaldacqua A/PA da 50 l; da 80 l; da 100 l; da 120 l.

RHEEM SAFIM S.p.A. - Milano - Via Stephenson, 75

— Scaldacqua Modelli Perlina da 10 l
Perlina da 14 l
Perla da 80 l
Perla da 100 l
Perla Misto da 80 l
Perla Orizzontale da 80 l
Perla Misto Orizzontale da 80 l
Perla Misto da 100 l
Perla Orizzontale da 100 l
Perla Misto Orizzontale da 100 l.

Le Ditte sono state perciò autorizzate dall'Istituto a munire tali apparecchi dei contrassegni distintivi del Marchio di Qualità.

IV ELENCO DI APPARECCHI ELETTRICI A MOTORE PER USO DOMESTICO AMMESSI AL REGIME DEL MARCHIO.

La Commissione Tecnica Apparecchi Elettrodomestici a Motore, esaminate le prove eseguite sugli apparecchi sotto elencati e accertata la corrispondenza di questi a quanto prescritto dalle Norme CEI, ha ammesso al regime del Marchio i seguenti apparecchi:

ALIA S.p.A. - APPLICAZIONI LICENZE INDUSTRIALI AFFINI - Milano - V.le Certosa, 247.

— Frigorifero a compressore Mod. Sibir da 135 l; da 165 l; da 200 l; da 240 l.

ATLANTIC ELECTRIC S.r.l. - Milano - Via Lovanio, 3.

— Frigoriferi a compressore Mod. 405 da 120 l
505 155 l
605 165 l
807 240 l.

C.G.E. S.p.A. - COMPAGNIA GENERALE DI ELETTRICITÀ - Milano - Via Bergognone, 34.

— Frigoriferi a compressore Mod. Polaris da 135 e 215 l.
Cozzi DELL'AQUILA - S.p.A. - Milano - V.le Liguria, 26.

— Frigorifero a compressore Mod. Cervino da 180 l.

FIAT - S.p.A. - Torino - C.so Marconi 10.

— Frigoriferi a compressore Mod. da 135 l; da 165 l; da 190 l; da 250 l.

MANIFATTURA CERAMICA Pozzi - S.p.A. - Milano - Via Visconti di Modrone, 15.

— Frigoriferi a compressore Mod. MCP da 160 l; da 190 e da 220 l.

RADIOMARELLI S.p.A. - Milano - C.so Venezia, 51.

— Frigoriferi a compressore Mod. FR 61 da 165 l
FR 21 da 215 l

SIEMENS ELETTRA S.p.A. - Milano - Via F. Filzi, 29.

— Frigoriferi a compressore Mod. S 125 T da 125 l; da 165 l; da 240 l.

SILTAL - SOCIETÀ ITALIANA LAVORAZIONE TECNICA ART. IN LASTRA - a.r.l. - Abbiategrasso (Milano) - Via Ponti, 2.

— Frigoriferi a compressore Mod. Olympic da 125 l
Petit Normale da 125 l.

SIRI - SOCIETÀ INDUSTRIA REFRIGERANTI IGNIS S.p.A. - Comerio (Varese) - V.le G. Borghi, 26.

— Frigoriferi a compressore Mod. Yolly Ice da 125 l
3125 125 l
3155 155 l
3165 165 l
4180 180 l
3185 190 l
3205 215 l
3240 240 l

TELEFUNKEN - RADIO TELEVISIONE S.p.A. - Milano - P.le Baccone, 3.

— Frigoriferi a compressore Mod. TF 11 Deluxe da 170 l
TF 11 Deluxe da 210 l
TF 11 Deluxe da 125 l.

ZOPPAS - DITTA FERDINANDO ZOPPAS & F. S.N.C. - Conegliano Veneto.

— Frigoriferi a compressore Mod. 135 da 135 l
145 145 l
175 175 l
195 195 l
220 220 l

Le Ditte sono state perciò autorizzate dall'Istituto a munire tali frigoriferi dei contrassegni distintivi del Marchio di Qualità.

II ELENCO DI PRESE A SPINA AMMESSE AL REGIME DEL MARCHIO.

La Commissione Tecnica Prese a Spina, esaminate le prove eseguite sulle prese a spina presentate e accertata la corrispondenza di queste a quanto prescritto dalle Norme CEI e Tabelle UNEL, ha ammesso al regime del Marchio:

FEDERICO PALAZZOLI & C. S.p.A. - Brescia - Via N. Tommaseo, 20.

— Prese e spine protette irreversibili con contatto di terra 15 A - 380 V.

— Spina bipolare tabella UNEL 47127, con le seguenti varianti costruttive:

— fissa per cassetta con e senza flangia
— per macchine
— da parete.

— Presa bipolare tabella UNEL 47129, con le seguenti varianti costruttive:

— da parete
— per cassetta con e senza flangia
— per cassetta con frutto semincassato.

— Presa bipolare, esecuzione mobile, tabella UNEL 47133.

— Spina tripolare tabella UNEL 47128, con le seguenti varianti costruttive:

— fissa per cassetta con e senza flangia
— per macchine
— da parete.

— Presa tripolare tabella UNEL 47130, con le seguenti varianti costruttive:

— da parete
— per cassetta con e senza flangia
— per cassetta con frutto semincassato.

— Presa tripolare, esecuzione mobile, tabella UNEL 47134.

EMILIO SICILIANI S.p.A. - Cusano Milanino - Via Bellini, 7.

— Prese a spina con spinotti tondi 10 A-250 V Tab. UNEL

Spina senza contatto di terra 47111

Presa senza contatto di terra 47112

Presa per incasso senza contatto di terra 47113

Spina con contatto di terra 47119

Presa sporgente con contatto di terra 47120

Presa per incasso con contatto di terra 47121

— Prese a spina con spinotti sagomati 10 A-250 V

Spina con contatto di terra 47115

Presa con contatto di terra 47116

Presa per incasso con contatto di terra 47117

Le Ditte sono state perciò autorizzate dall'Istituto a munire tali prese e spine dei contrassegni distintivi del Marchio di Qualità.